



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA

FLAVIA DOS SANTOS ZENARO

**O USO DE LEGO MINDSTORMS NO ENSINO
DE CONCEITOS DE LÓGICA DE
PROGRAMAÇÃO**

LIMEIRA/SP - 2018

FLAVIA DOS SANTOS ZENARO

**O USO DE LEGO MINDSTORMS NO ENSINO DE CONCEITOS DE
LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação da Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Tecnologia, área de concentração em Sistemas de Informação e Comunicação.

Supervisor/Orientador: Prof. Dr. Marcos Augusto Francisco Borges

Este trabalho corresponde à versão final da dissertação defendida pela aluna Flavia dos Santos Zenaro e orientada pelo Prof. Dr. Marcos Augusto Francisco Borges.

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

ORCID: 0000-0001-6845-0022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Tecnologia
Felipe de Souza Bueno - CRB 8/8577

Si38u Zenaro, Flávia dos Santos, 1980-
O uso do Lego Mindstorms no ensino de conceitos de lógica de programação / Flávia dos Santos Zenaro. – Limeira, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Marcos Augusto Francisco Borges.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia.

1. Robótica. 2. Pensamento computacional. 3. LEGO Mindstorms (Brinquedo). 4. Aprendizagem baseada em problemas. 5. Programação lógica. I. Borges, Marcos Augusto Francisco, 1971-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Tecnologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: The use of Lego Mindstorms in the teaching of concepts of logical programming

Palavras-chave em inglês:

Robotics

Computational thinking

LEGO Mindstorms toys

Problem-based learning

Logic programming

Área de concentração: Sistemas de Informação e Comunicação

Titulação: Mestra em Tecnologia

Banca examinadora:

Marcos Augusto Francisco Borges [Orientador]

Marco Antônio G. de Carvalho

Rodrigo Bonacin

Data de defesa: 03-12-2018

Programa de Pós-Graduação: Tecnologia



BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Augusto Francisco Borges

Prof. Dr. Marco Antônio Garcia de Carvalho

Prof. Dr. Rodrigo Bonacin

FT/UNICAMP
2018

A Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria de Pós Graduação da FT.

*Aos meus pais, Dario e Júlia,
pela paciência e apoio;*

*Ao meu irmão, Rogério,
o melhor irmão e crítico que eu poderia ter.*

Agradecimentos

Meus agradecimentos se estendem a todos aqueles que, desde pequenos até grandes gestos, contribuíram na conclusão deste sonho chamado conclusão do mestrado.

Agradeço a todos os amigos que fiz aqui na FT - Unicamp, e que levarei em meu coração e lembrança.

Meus agradecimentos se estendem a todos da minha família, principalmente meus pais, Dario e Julia e meu irmão Rogério.

Deixo o agradecimento mais importante para a pessoa que me impulsionava a seguir a cada manhã e me ajudava a não desistir em vários momentos em que realmente pensei em fazê-lo. Por cada palavra de incentivo e força que foram capazes de trazer ânimo quando o cansaço parecia me vender, a Jesus, meu grande mestre.

Agradeço à indispensável e sempre paciente orientação do Prof. Dr. Marcos Borges, que, desde o primeiro contato, acreditou na proposta da minha pesquisa, pela compreensão e pelo total apoio em todos os momentos.

Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Marco Antônio G. de Carvalho, pela compreensão e apoio no empréstimo dos kits de robótica Lego, sem os quais, essa pesquisa não seria possível.

*“Bem-aventurado o homem que
acha sabedoria, e o homem que **adquire**
conhecimento. Porque é melhor a sua
mercadoria do que artigos de prata, e
maior o seu lucro que o ouro mais fino.
Mais preciosa é do que os rubis, e tudo o
que mais possas desejar não se pode
comparar a ela. Vida longa de dias está na
sua mão direita; e na esquerda, riquezas e
honra.”*

Pr.3:13-16

Resumo

A disciplina de lógica de programação está frequentemente presente nos cursos da área de Computação, Engenharia e Mecatrônica de nível técnico e graduação, sendo fundamental e, usualmente, pré-requisito, para cursar disciplinas de linguagem de programação, comumente presentes no currículo. Seu entendimento é importante, pois trabalha o raciocínio lógico e a abstração de habilidades necessárias para a escrita de programas utilizando linguagem de programação. Existem estudos que associam a disciplina de lógica de programação aos altos índices de reprovação, desmotivação e evasão de alunos em cursos da área de computação. O uso de robótica com finalidades pedagógicas pode melhorar a experiência de alunos na aprendizagem de conceitos, julgados por eles muito complexos. A aplicação da robótica pode contribuir na construção do conhecimento, por meio de resolução de problemas, de uma forma lúdica, despertando o interesse e a motivação em aprender mais. Este trabalho apresenta uma investigação sobre a utilização da robótica pedagógica no processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados a disciplina de lógica de programação. O objetivo foi verificar se o uso de robótica no ensino pode ajudar os alunos a entender melhor os conceitos ensinados. Para isso, foi desenvolvida uma proposta de ensino inspirada no método Aprendizagem Baseado em Problemas (*Problem Based Learning* - PBL) com utilização de *kit* robótico como ferramenta pedagógica. A proposta foi aplicada experimentalmente em uma turma de alunos de curso técnico. Para avaliar a evolução do desempenho dos alunos, foram utilizados dois tipos de questionários respondidos por eles. Com base no que foi observado pela pesquisa, foi possível constatar o aumento do engajamento e interesse dos alunos em entender programação. Com base na percepção dos alunos, pode-se dizer que os alunos da turma que usou um *kit* robótico consideraram em média menor a dificuldade de programar e mais fácil o entendimento do ambiente de programação, mas houve uma maior dispersão entre as percepções dos alunos da turma que usou Lego.

Palavras-chaves: Robótica; Pensamento Computacional; LEGO *Mindstorms*; Aprendizagem Baseada em Problemas; Lógica de Programação.

Abstract

The Programming Logic subject is often present in the IT, Engineering and Mechatronics curricula at technical and graduation level. It is a fundamental subject and a prerequisite to attend programming language, both commonly presents in the curriculum. The understanding about programming logic is essential because it works with the logic of reasoning and abstraction skills needed for writing programs using programming languages. Studies show that this subject is responsible for the high failure rates contributing to the motivation and possible abandonment of the students. The apply of robotics for educational purposes reveals its importance for promoting teaching and learning situations with increased construction of knowledge and the introduction of playing activities in a pleasant way, arousing interest, stimulating the curiosity and motivation. This work presents an investigation about the robotics application, on teaching/learning processes of concepts directly related to logical programming subjects. The purpose of this work is to verify whether the application of robotics could be helpful in learning. In order to get this feedback, a learning process based on a robotic kit was created, based on the Problem Based Learning (PBL) method. The proposal was experimentally applied in a class of technical students. Based on the results, the students had shown an increase in interest and engagement when trying to understand logic programming. According to the students feedback, the group that used robotic kit found it easier to understand programming and understood the environment more clearly. However, some dispersion was noticed throughout the group perception.

Keywords: Robotics; Computational thinking; LEGO Mindstorms; Problem-Based Learning; Programming logic.

Lista de Figuras

Figura 1 - Princípios da aprendizagem que fundamentam a PBL	23
Figura 2 - Modelo ADDIE.....	24
Figura 3 - Exemplos de montagens do kit Lego.....	26
Figura 4 - Escolas técnicas voltadas para a inclusão social.....	27
Figura 5 - Metodologia GQM.....	29
Figura 6 - Imagem da Placa Arduino UNO e sua IDE.	39
Figura 7 - <i>Kit Modelix Robotics</i>	40
Figura 8 – Componentes do <i>kit</i> LEGO® EV3.....	42
Figura 9 - Instalações da FUMEP - COTIP.....	55
Figura 10 - Robô com sensor de toque	59
Figura 11 - Programação - Aula 2	60
Figura 12 - Blocos de Comandos	61
Figura 13 - Programação com Repetição	61
Figura 14 - Programação com estrutura de decisão.....	62
Figura 15 - Turma Mecatrônica - Aula LEGO	63
Figura 16 - Parte do projeto - Turma "Controle".....	67
Figura 17 - Análise Anova conduzida entre os resultados dos dois questionários avaliativos da turma Lego.....	71
Figura 18 - Análise Anova conduzida entre os resultados da Melhoria e GQM1.....	72
Figura 19 - Análise Anova conduzida entre os resultados do questionário 1 e GQM1	73

Lista de Quadros

Quadro 1 – Os 3 (três) estágios da Revisão Sistemática	30
Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão	32
Quadro 3 - Artigos por assunto	32
Quadro 4 - Lista de Artigos classificada por autor	33
Quadro 5 – Métodos de Avaliação	35
Quadro 6 - Comparativo entre os artigos e a essa pesquisa.....	37
Quadro 7 - Principais conexões e componentes dos <i>kits</i> NXT e EV3.....	41
Quadro 8 - Comparativo entre <i>kits</i> de Robótica	43
Quadro 9 - <i>Kits</i> de Robótica	45
Quadro 10 - Medidas das turmas "Lego" e “Controle”	50
Quadro 11 - Unidade Instrucional – “turma controle”	51
Quadro 12 - Princípios da PBL utilizada na turma Controle e Lego.....	52
Quadro 13 - Unidade Instrucional - “turma lego”	53
Quadro 14 - Disciplinas relacionadas a lógica de programação.....	57
Quadro 15 - Etapas da pesquisa - Turma Lego	59
Quadro 16 - Etapas da pesquisa - Turma Controle.....	64
Quadro 17 - Ementa da disciplina de Linguagem de Programação I - Curso de Eletroeletrônica.....	65
Quadro 18 - Exemplo de Algoritmo	66

Lista de Abreviaturas e Siglas

CEFETS - Centros Federais de Educação Tecnológica

COTIP – Colégio Técnico e Industrial de Piracicaba

DI – Design Instrucional

EEP – Escola de Engenharia de Piracicaba

EITs - Escolas Industriais e Técnicas

ETFs - Escolas Técnicas Federais

FUMEP – Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba

GQM – *Goal Question Metric*

IFETs - Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia

MEC – Ministério da Educação

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

OA – Objetos de Aprendizagem

PBL – *Problem-based Learning*

PC – Pensamento Computacional

RE – Robótica Educativa

RSL – Revisão Sistemática da Literatura

TI – Tecnologia da Informação

UI – Unidades Instrucionais

Sumário

Lista de Figuras.....	9
Lista de Quadros	10
Lista de Abreviaturas e Siglas	11
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Motivação e Justificativas.....	15
1.2 Objetivo e Abordagem Proposta.....	17
1.3 Organização do Trabalho.....	18
2 EMBASAMENTO TEÓRICO	19
2.1 Métodos pedagógicos	19
2.2 Pensamento Computacional.....	21
2.3 Aprendizagem Baseada em Problemas.....	21
2.4 Design Instrucional.....	23
2.5 Robótica Educacional	24
2.6 A educação de nível técnico no Brasil.....	26
2.7 <i>Goal Question Metric</i> - GQM.....	29
2.8 Revisão Sistemática da Literatura	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
3.1 Análise de kits robóticos.....	38
3.1.1 Arduino	38
3.1.2 <i>Modelix Robotics</i>	40
3.1.3 <i>Lego Mindstorms</i>	41
3.2 Comparativo entre os <i>kits</i>	43
3.3 Metodologia da Pesquisa	46
4 PROPOSTA DA PESQUISA	48
4.1 Turma de Controle.....	50
4.2 Turma Lego	51
4.3 Comitê de ética	54
5 ESTUDO DE CASO.....	55
5.1 Delimitação do campo de pesquisa.....	55
5.2 Descrição e análise do caso	56

5.2.1 Dinâmica das aulas turma “Lego”	57
5.2.2 Dinâmicas das aulas turma “Controle”	63
6 RESULTADOS	68
6.1 Análise dos resultados da turma Lego	68
6.1.1. Análise dos resultados das avaliações	69
6.1.2. Análise correlacionando resultados das avaliações e percepções dos alunos.....	71
6.2 Análise comparativa entre as duas turmas para a percepção	82
6.3 Percepção do professor	93
6.4 Discussão	94
7 CONCLUSÕES	96
REFERÊNCIAS	98
Apêndices	103
APÊNDICE A – Documento TCLE	104
APÊNDICE B – Questionário Avaliativo 1	106
APÊNDICE C – Questionário Avaliativo 2	108
APÊNDICE D – Questionário GQM Turma LEGO	110
APÊNDICE E – Questionário GQM Turma Controle	111
Anexos	112
ANEXO A – Documento de Aprovação do Conselho de Ética	113

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia é inserida no dia a dia das pessoas cada vez mais cedo e com mais intensidade. O constante lançamento no mercado de novos aparelhos tecnológicos, computadores e celulares, dotados a cada versão de novas funcionalidades, possibilita aos jovens acompanharem as mudanças tecnológicas. Ao chegar ao ensino médio, os jovens estão habituados e acostumados com o uso de dispositivos e ferramentas tecnológicas.

Os estudantes, fascinados e mergulhados nesse mundo de tecnologia e inovação, requerem um novo tipo de abordagem pedagógica. Segundo CASTELLS (2005, p. 68):

O processo atual de transformação tecnológica expande-se exponencialmente em razão de sua capacidade de criar uma interface entre campos tecnológicos mediante uma linguagem digital comum na qual a informação é gerada, armazenada, recuperada, processada e transmitida. (CASTELLS, 2005, p.68).

Um impacto da transformação tecnológica no “mundo da sala de aula” é que a escola precisa incorporar o digital para se manter motivadora, sem ser vista como algo dissociado da realidade. Além disso, o uso de tecnologias como ferramentas pedagógicas pode vir a ser um aliado para o ensino.

Novas abordagens na área educacional estão sendo possíveis graças ao avanço da tecnologia. A utilização da robótica, que pode ser usada como ferramenta pedagógica no ensino de lógica e linguagem de programação, é um exemplo de abordagem nova. O uso de *kits* de robótica em ambientes educacionais pode ser visto como uma ferramenta valiosa para desenvolver o senso criativo por meio de atividades que necessitam de projeto e planejamento, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem (CHELLA, 2002).

1.1 Motivação e Justificativas

A disciplina de Lógica de Programação (LP), comumente encontrada com outros títulos como “Algoritmos”, “Algoritmos e Lógica de Programação” e “Introdução a Lógica Computacional”, aborda os conceitos fundamentais para o desenvolvimento de programas para computador. Segundo Xavier (2007, p11) “(...) a fase de formular soluções que gerem programas denomina-se Lógica de Programação”.

A disciplina de LP está presente não somente em cursos da área de Computação (graduação e técnicos), mas também na maioria dos cursos de Engenharia (como Civil,

Mecatrônica, de Produção e Elétrica), por ajudar a desenvolver o raciocínio lógico e matemático dos alunos, competência muito utilizada nestas áreas.

Vários estudos indicam que a disciplina em questão é vista pelos alunos como complexa e de difícil entendimento. A falta de motivação e o alto grau de dificuldade de desenvolver o raciocínio lógico necessário para a construção das soluções computacionais são os fatores principais da desistência dos ingressantes em programação (RAPKIEWICZ et al., 2006; ADÁN-COELLO et al., 2008). Segundo Gomes et.al. (2008), essa dificuldade pode ser mais claramente observada quando há necessidade de abstrair um problema, refletindo na incapacidade de concepção de Algoritmos por uma grande parte dos alunos.

Verifica-se a grande diferença entre o total de ingressantes e o total de formandos na área de Tecnologia da Informação (TI), através dos resultados do censo do Inep/MEC 2017, para os cursos de graduação na área de Ciências, matemática e computação: em 2017, para cada 10.000 habitantes, esses cursos tiveram 9,4 ingressantes e 3,0 concluintes.

Segundo projeção da Brasscom¹, publicada no IBCD (Índice Brasscom de Convergência Digital) de 2017, enquanto o mercado de trabalho nacional caiu -0,3% em 2017, de janeiro a fevereiro de 2018, o setor de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) gerou 6 mil postos de trabalho, variação positiva de 0,8% em relação ao ano anterior. Com isso, percebe-se a importância de uma nova abordagem de ensino de forma a despertar o interesse do aluno, e ajudar a combater a grande evasão. Segundo Chateau (1984):

(...) é preciso apresentar às crianças e adolescentes obstáculos a transpor, e obstáculos que eles queiram transpor. Na falta deles, a educação perderá todo seu sabor, não será mais do que alimento insípido e indigesto. (CHATEAU, 1984, p.128)

Almeida e Netto (2015), mediante uma revisão sistemática da literatura contando com 82 artigos, verificaram as vantagens e limitações no processo de ensino e aprendizagem usando robótica. De acordo com esse estudo, a robótica no contexto educacional tem sido utilizada de maneira interdisciplinar, associada à aplicação dos *kits* LEGO® *Mindstorms* ou Arduino. Sobre a aprendizagem de programação com robôs, percebeu-se a utilização de diferentes tecnologias, porém, apenas um trabalho auxiliava no ensino de lógica de programação e outros dois faziam uso das linguagens Python e C para a programação. Os autores concluem que um grande número de métodos e ferramentas vem sendo utilizado como apoio na aprendizagem de programação para robôs.

¹ Brasscom: Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação.
<https://brasscom.org.br/>

Entre os anos de 2004 e 2014, os autores Neto et al. (2015) observaram uma grande concentração do uso da Robótica Educacional (RE) no ensino fundamental e muito poucos relatos de aplicações no ensino médio, técnico e superior. Os autores destacaram também o grande volume de propostas, principalmente de novos produtos de *software*, metodologias e robôs para os diversos níveis de ensino, mas, em contrapartida, poucos relatos de experiências realizadas na área

1.2 Objetivo e Abordagem Proposta

O ensino de robótica baseado no *kit* LEGO® *Mindstorms*² é uma das ferramentas utilizadas em RE. Embora tenha se encontrado muitas abordagens e aplicações, pouca análise da eficácia dessas abordagens foi identificada. Ou seja, ainda é escasso pesquisas para validar se realmente a utilização da robótica pode ajudar os alunos a assimilarem melhor os assuntos apresentados.

O objetivo deste trabalho é avaliar se o uso da RE baseada no *kit* LEGO® *Mindstorms* pode ter um impacto positivo no aprendizado e entendimento de conceitos de lógica de programação, ou seja, se com esta abordagem os alunos conseguem aprender conceitos que antes não entendiam. Em resumo, este trabalho busca responder a seguinte questão: o uso de Lego apoia o processo de aprendizagem de conceitos de lógica de programação no ensino técnico?

Os trabalhos pesquisados utilizavam-se de apenas um tipo de questionário, avaliativo sobre o conteúdo ou sobre a percepção do aluno sobre o seu próprio conhecimento. Para esta pesquisa, buscando analisar a existência de uma correlação entre o aprendizado e a motivação e a percepções dos alunos sobre o seu próprio entendimento sobre o assunto, serão aplicados dois tipos de questionários: um avaliativo para verificar a aprendizagem dos conceitos de Lógica de Programação e outro para medir a percepção de aprendizagem que cada aluno tem de si.

A análise da aprendizagem foi conduzida por meio da aplicação de questionários semiestruturados respondidos pelos alunos, antes e depois das aulas, para a explicitação do conhecimento destes. Dessa maneira, foi possível mensurar a evolução dos alunos e concluir se o método proposto atingiu os resultados esperados. O questionário avaliativo, foi utilizado para mensurar o conhecimento dos alunos sobre os conceitos de LP definidos. O segundo

² Site: <https://www.lego.com/en-us/mindstorms/history>

questionário foi formulado para avaliar a percepção do aluno sobre seu próprio conhecimento e foi aplicado ao final da última dinâmica.

1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado como se segue: no Capítulo 2 é apresentado um embasamento teórico dos assuntos que norteiam esta pesquisa, o Capítulo 3 apresenta um descritivo dos *kits* analisados para esta pesquisa e a metodologia usada; no Capítulo 4 é descrita a proposta da pesquisa; no Capítulo 5, o estudo de caso conduzido é apresentado, com a descrição e análise do caso e a descrição das dinâmicas das aulas e coleta dos dados; o Capítulo 6 traz os resultados da pesquisa através das análises dos questionários e o Capítulo 7, as conclusões e trabalhos futuros.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Os tópicos a seguir têm por objetivo apresentar a revisão dos trabalhos relacionados a esta pesquisa. Serão apresentados os principais métodos pedagógicos: o Pensamento Computacional e a Aprendizagem Baseada em Problema, Design Instrucional, Robótica Educacional, uma visão geral da Educação de nível técnico no Brasil, a metodologia *Goal Question Metric* (GQM) e, por fim, uma revisão sistemática da literatura para analisar a utilização do *kit* LEGO® *Mindstorms* no ensino no Brasil.

2.1 Métodos pedagógicos

No modelo instrucionista de ensino, o conhecimento é adquirido por meio da instrução. Para o instrucionismo, ensinar mais sobre um assunto é a única maneira de melhorar o conhecimento sobre ele. O professor, visto como especialista em conteúdo, tem o papel fundamental de repassar conhecimentos e instruções. A aprendizagem é centrada no ensino. Nesse modelo, o computador pode ser usado como máquina de ensinar ou como máquina para ser ensinada (SKINNER, 1972).

No livro “Tecnologia de Ensino”, Skinner define ensino como:

O ensino é um arranjo de contingências sob as quais os alunos aprendem. (...) os professores arranjam contingências especiais que aceleram a aprendizagem, facilitando o aparecimento do comportamento que, de outro modo, seria adquirido vagarosamente, ou assegurando o aparecimento do comportamento que poderia, de outro modo, não ocorrer nunca. (SKINNER, 1972, p.62)

Skinner (1991) propõe o uso de máquinas de ensino. Essas máquinas seriam programadas de modo a apresentar apenas pequenas unidades do conteúdo a ser desenvolvido e, gradualmente, o conteúdo seria apresentado de forma completa e com a retirada das “ajudas” conduzindo os alunos através de conteúdos que tragam “a vida real” para a sala de aula. Segundo o autor:

(...) os computadores podem ensinar melhor se conduzirem o estudante através de programas instrucionais cuidadosamente preparados. (...) os computadores podem conduzir o estudante para o próximo passo mais apropriado para ele. Essas coisas são essenciais para o bom ensino. São o que o tutor pode fazer com um ou dois estudantes, e que os professores de classes grandes simplesmente não podem. (Skinner, 1991, p. 129)

O uso do computador como máquina de ensinar consiste na informatização dos métodos de ensino tradicionais. A abordagem pedagógica instrucionista caracterizado por transmitir os conteúdos através do computador, é tratada por Valente, 1993 como:

(...) o computador no processo educacional funciona como um suporte, reforço ou complementação ao que acontece na sala de aula. Em um primeiro momento, o computador é provido das informações que serão ministradas ao aluno. Essa ação de municiar o computador com as atividades programadas para o ensino é realizada por meio da instalação de um *software*. (Valente, 1993)

Por meio de produtos de *software* no computador, as informações sobre as disciplinas são sequencialmente colocadas, passadas aos alunos em forma de tutorial com exercícios e práticas e, ao final, normalmente existe uma revisão do conteúdo visto. Muitas vezes, esses sistemas podem fazer perguntas e receber respostas como um meio de avaliação para verificar se a informação foi retida (VALENTE, 1997).

A teoria construtivista foi elaborada por Jean Piaget a partir dos seus estudos iniciados na década de 1940. Suas pesquisas tiveram como base a observação de como as crianças adquirem conhecimento ao longo do seu amadurecimento (PIAGET, 2002).

Na abordagem de ensino construtivista, o professor tem a função de ser um facilitador no processo de ensino-aprendizagem, e não um transmissor de conhecimento, deixando o foco principal no aluno e não mais no professor. No construtivismo, os indivíduos constroem o conhecimento por intermédio das interações com seu ambiente, sendo a construção do conhecimento de cada indivíduo diferente. Com a condução das investigações, conversações ou atividades, um indivíduo está aprendendo a construir um conhecimento novo, tendo como base seu conhecimento atual (MARKHAM et al., 2008). O construtivismo apoia a relação do aluno com a busca do conhecimento, deixando-o mais livre para ser o próprio agente de seu saber, incentivando-o na busca de respostas aos problemas propostos.

O construcionismo é uma teoria de Seymour Papert, matemático que trabalhou com Jean Piaget e um dos criadores da Linguagem de Programação Logo. Papert estudou as formas pelas quais a tecnologia pode modificar a aprendizagem. Para evitar o entendimento equivocado sobre o uso do computador na educação, Papert (1986) denominou de construcionista toda a abordagem pela qual o aprendiz constrói, por intermédio do computador, o seu próprio conhecimento. Ou seja, o aluno, interagindo com o computador para a resolução de problemas, tem a oportunidade de construir o seu saber.

Segundo Valente (1997), há dois fatores que diferem o construcionismo de Papert do construtivismo de Piaget. O primeiro é que o aprendiz constrói alguma coisa, ou seja, é o

aprendizado, por meio do fazer, realizando algo “por ele mesmo”. E o segundo é o fato da construção de algo que é interessante para o aprendiz, deixando-o motivado para isso. Como o aprendiz está construindo algo do seu interesse, ele está envolvido afetivamente, o que torna a aprendizagem mais significativa.

2.2 Pensamento Computacional

O Pensamento Computacional (PC) é o processo de pensamento envolvido na formulação de problemas e das suas soluções, tendo como base os fundamentos da Ciência da Computação. A combinação do pensamento crítico com os fundamentos da computação define uma metodologia para resolver problemas, denominada PC ou *Computational Thinking* (WING, 2006).

Define-se PC como “saber usar o computador como um instrumento de aumento do poder cognitivo e operacional humano” (BLIKSTEIN, 2008). Esta visão defende que a cultura do computador ajuda a sociedade não somente a aprender, mas, especialmente, oferece uma nova maneira de aprender a aprender, sendo possível aplicar habilidades utilizadas para o desenvolvimento de programas computacionais como metodologia para a resolução de problemas de âmbito geral (LU e FLETCHER, 2009).

O PC pode ser considerado, conforme Wing (2006), como uma das habilidades intelectuais básicas de um ser humano, comparada a ler, escrever, falar e fazer operações aritméticas. Essas habilidades servem para descrever e explicar situações complexas. Dentro desse contexto, PC pode ser visto como uma linguagem (como as linguagens escrita e matemática) que pode ser utilizada para as pessoas descreverem o Universo e seus processos complexos.

2.3 Aprendizagem Baseada em Problemas

Originalmente, a Aprendizagem Baseada em Problemas ou *Problem-Based Learning* (PBL) surgiu no ensino de medicina. As primeiras aplicações de PBL foram na escola de medicina da Universidade McMaster, no Canadá, no final dos anos 60 (HUNG, 2011). Atualmente, a PBL está presente em diferentes áreas e é utilizada em vários níveis educacionais. Scott et al.(2012), por exemplo, discutem os resultados da utilização da PBL com elementos de jogos em um curso introdutório de graduação na área de computação.

A PBL desafia os alunos a aprenderem como solucionar problemas e refletir suas experiências. Segundo Mezzari (2011,p.1), “esse método contém forte motivação prática e estímulo cognitivo para gerar soluções criativas”.

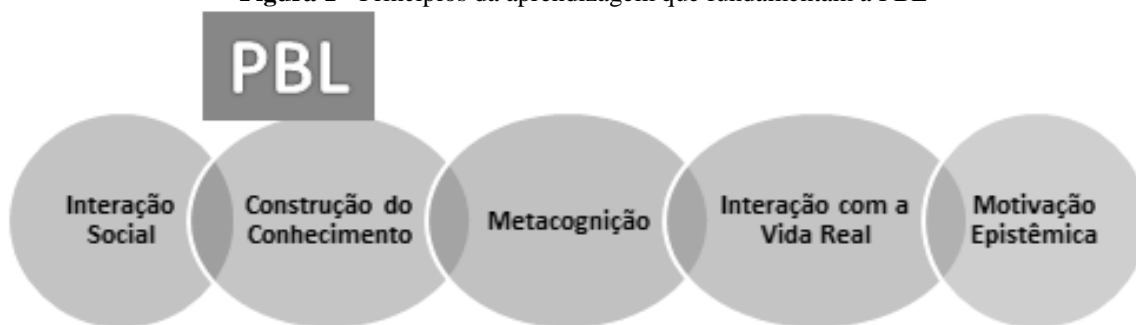
A PBL emprega problemas, reais ou simulados, para iniciar, motivar e focar a construção de conhecimentos, além de promover habilidades de solução de problemas por meio de trabalho em grupo (SCHMIDT, 2001). Para solucionar um determinado problema proposto, os alunos fazem uso dos conhecimentos prévios, os externalizam em grupo, desenvolvendo novas ideias e gerando conhecimento.

A Figura 1 ilustra princípios que estão inseridos dentro da PBL: ela inicia-se com interação social pois os alunos são estimulados a trabalharem em grupo para uma melhor resolução dos problemas. A construção do conhecimento está relacionada ao fato dos alunos avaliarem as contribuições deles mesmos e dos outros membros do grupo e na identificação, análise e resolução de problemas utilizando conhecimentos de experiências anteriores, o que pode contribuir para o seu próprio aprendizado.

Dentro da metacognição, a PBL busca desenvolver nos alunos seus processos cognitivos e a habilidade de controlar esses processos, monitorando, organizando e modificando-os para a resolução dos problemas. De acordo com Flavell (1976), a metacognição refere-se à habilidade de refletir (ler, calcular, pensar, tomar uma decisão) sobre uma tarefa e, sozinho, utilizar o melhor método para resolver o problema.

A resolução de problemas reais, que podem ser vivenciados no dia-a-dia de uma profissão, faz com que o aluno tenha interação com a vida real, praticando a interação social por meio da vivência na resolução desses problemas. A PBL também estimula a motivação intrínseca (epistêmica) dos alunos, por meio da discussão em sala de aula de problemas relevantes a sua futura área de atuação profissional. Schmidt (2001) afirma, em seu trabalho, que a motivação epistêmica funciona como uma força interna que leva as pessoas a conhecerem melhor o ambiente em que estão inseridas.

Figura 1 - Princípios da aprendizagem que fundamentam a PBL



Fonte: Adaptado de RIBEIRO (2005, p.34).

2.4 Design Instrucional

Objetos de Aprendizagem (OAs) podem ser entendidos como qualquer tipo de material para uso ou referência durante o processo de ensino-aprendizagem de uma turma (HODGINS, 2002). Uma forma utilizada para o projeto e desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem (OA) é baseada no Design Instrucional (DI):

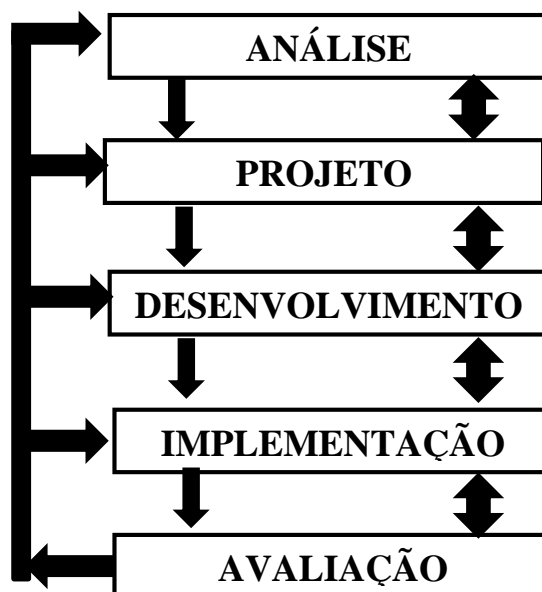
Design Instrucional é um processo sistemático que é empregado para desenvolver programas de educação e treinamento de forma consistente e confiável. No entanto, é um processo complexo que é criativo, ativo e interativo (Branch, 2009, p. 5, tradução da autora).

O DI aborda aspectos da análise dos objetos e necessidades de aprendizagem até o desenvolvimento de materiais, atividades, testes e avaliação de um projeto instrucional.

Um modelo conhecido e utilizado de DI é o ADDIE, sigla para *Analyze, Design, Develop, Implement e Evaluate* (Analisar, Projetar, Desenvolver, Implementar e Avaliar). Como ilustrado na Figura 2, esse modelo também é conhecido na área acadêmica como ISD (*Instructional System Design*). Esse modelo direciona o processo de desenvolvimento de um OA, iniciando pela análise das necessidades educacionais e a definição dos OA da Unidade Instrucional (UI) (MOLEND, 2003).

Segundo Day e Hurwitz (2011), o termo UI diz respeito a lições, exercícios ou atividades que são organizados mediante um tema em comum e colocados de forma lógica para mostrar ao professor um panorama completo do conteúdo, inclusive os materiais que serão utilizados nas aulas.

Figura 2 - Modelo ADDIE



Fonte: Adaptado de MOLEND A (2003, p.35).

2.5 Robótica Educacional

Seymour Papert foi o grande precursor e incentivador da robótica em sala de aula. Com sua integração ao Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*Massachusetts Institute of Technology*, MIT), em 1964, deu início a pesquisas e trabalhos sobre o uso da robótica na educação. Papert defendia que o computador é um recurso que atrai as crianças, facilitando o processo de aprendizagem (HISTORY LOGO, 2015).

A robótica em sala de aula, conhecida como Robótica Educacional (RE), é amplamente utilizada em escolas públicas e particulares nos diversos anos de escolaridade. Há uma grande quantidade de trabalhos que discutem a aplicação da RE no ensino fundamental (AGUIAR, 2015; ARAÚJO et al., 2017; DAROS et al., 2016; MARTINS et al., 2016). Como exemplo do uso do LEGO no ensino, Friedrich et al. (2012) apresentam um método pedagógico de inserção de lógica de programação para crianças de sete a dez anos, usando a linguagem Logo e o *kit* LEGO *Mindstorms*, evidenciando o uso de robótica no ensino fundamental.

No ensino médio, a aplicação da robótica se dá por meio das distintas áreas de conhecimento, como física, química, matemática e geografia (BENITTI et al. 2009 e KALIL et al. 2013).

Em aplicações em nível de graduação, a robótica é colocada como ferramenta pedagógica para o ensino de mecânica, lógica de programação, linguagens de programação entre outras (VAHLICK et al., 2009; MAIA et al., 2008). O trabalho de Gómez et. al (2011) traz uma abordagem de ensino de competências de mecatrônica para estudantes de engenharia com o uso do LEGO® *Mindstorms*.

Pode-se destacar o uso de *kit* robótico para o ensino dos alunos em escolas. Nesse movimento, percebe-se o interesse das instituições em inserir dentro do processo educacional esse tipo de abordagem. Alguns dos ambientes que usam *kit* robótico são:

- Escola People – Robótica³;
- Sesi – Educação Tecnológica LEGO⁴;
- MZ SCHOOL – Robótica Lego Education⁵;
- *HappyCode* – Robótica para crianças⁶.

De acordo com Fabrício et al. (2015), a utilização da robótica para o ensino de matemática, física e química em uma escola estadual do Ensino Médio mostrou-se eficiente por contribuir no aumento do interesse dos alunos pelas disciplinas, o que acarretou em melhorias consideráveis em suas notas.

Em uma pesquisa com alunos da Universidade Pública de Edge Hill, na Inglaterra, sobre o ensino da Linguagem de Programação JAVA⁷, verificou-se que a aplicação prática da robótica nas aulas afetou os estudantes de forma a promover grande engajamento em aprender a linguagem (TSANG et al., 2014).

O uso da robótica no ensino, normalmente, está associado a utilização de *kits* robóticos que possuem peças como motores e sensores de vários tipos e funções, assim como rodas e estruturas para permitir a montagem de diversos formatos de projetos como: carros, tratores, animais, guindastes, empilhadeiras, braço mecânico, entre outros. A Figura 3 ilustra alguns tipos de montagens através do *kit* Lego.

³ <http://www.people.com.br/cursos/robotica/robotica>

⁴ <https://www.sesigo.org.br/sesi/site/Institucional.do?vo.codigo=188&v=4>

⁵ <http://mzschoool.com.br/lego.html>

⁶ <http://cursos.happycode.com.br/#1496070720273-db2fbac9-22db>

⁷ Linguagem de programação JAVA: é uma linguagem de programação orientada a objetos desenvolvida na década de 90 por uma equipe de programadores chefiada por James Gosling, na empresa Sun Microsystems.

Figura 3 - Exemplos de montagens do kit Lego



Montagem Escorpião



Montagem Caminhão



Carro Quebra Gelo



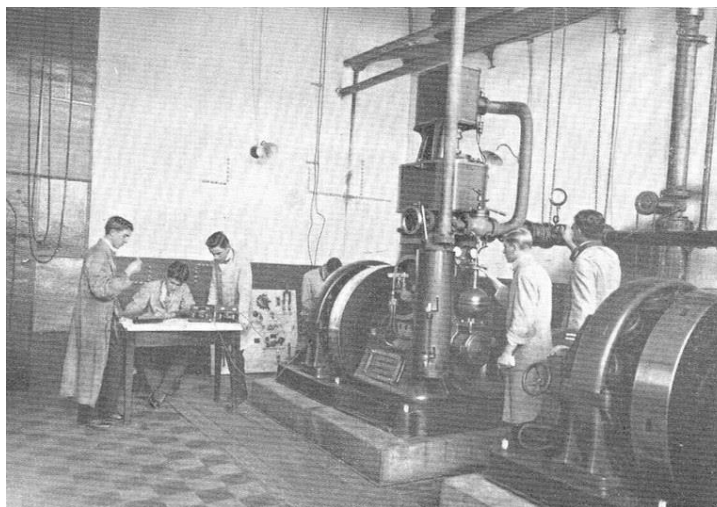
Montagem Cobra

Fonte: www.lego.com Acessado em: 01 jun. 2015.

2.6 A educação de nível técnico no Brasil

Em 23 de setembro de 1909, com a assinatura do decreto 7.566, pelo então presidente Nilo Procópio Peçanha, inicia-se o marco do ensino profissional, científico e tecnológico de abrangência federal no Brasil. Com o ato, foram criadas 19 Escolas de Aprendizes Artífices, com o objetivo de oferecer ensino profissional gratuito, conforme ilustra a Figura 4. Essas escolas tinham a função voltada mais para a inclusão social de jovens carentes do que para a formação de mão de obra qualificada, uma vez que a economia do país dessa época era baseada na atividade rural e o processo de industrialização ocorria de maneira lenta e precária (PORTAL BRASIL, 2016).

Figura 4 - Escolas técnicas voltadas para a inclusão social.



Fonte: PORTAL BRASIL (2016).

Foi com a Constituição promulgada em 1937 por Getúlio Vargas, transformando as Escolas de Aprendizes Artífices em Liceus Industriais, que o ensino técnico passou a ser visto como um elemento estratégico para o desenvolvimento da economia e um meio para melhorar as condições de vida para a classe trabalhadora (PORTAL BRASIL, 2016).

O sistema educacional brasileiro passou por uma grande reforma em 1942, igualando o ensino profissional e técnico ao nível médio, passando a se chamar Escolas Industriais e Técnicas (EITs). Em 1959, as EITs se transformaram em Escolas Técnicas Federais (ETFs), com autonomia pedagógica e administrativa. A lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em 1961, equiparou o ensino profissional ao ensino acadêmico (PORTAL BRASIL, 2016).

A partir desse momento, a ideia que esse tipo de formação tinha, o de ser apenas para inclusão social, é substituída pela visão de ser essencial para a expansão da economia, baseando-se nas experiências de escolas técnicas dos países industrializados.

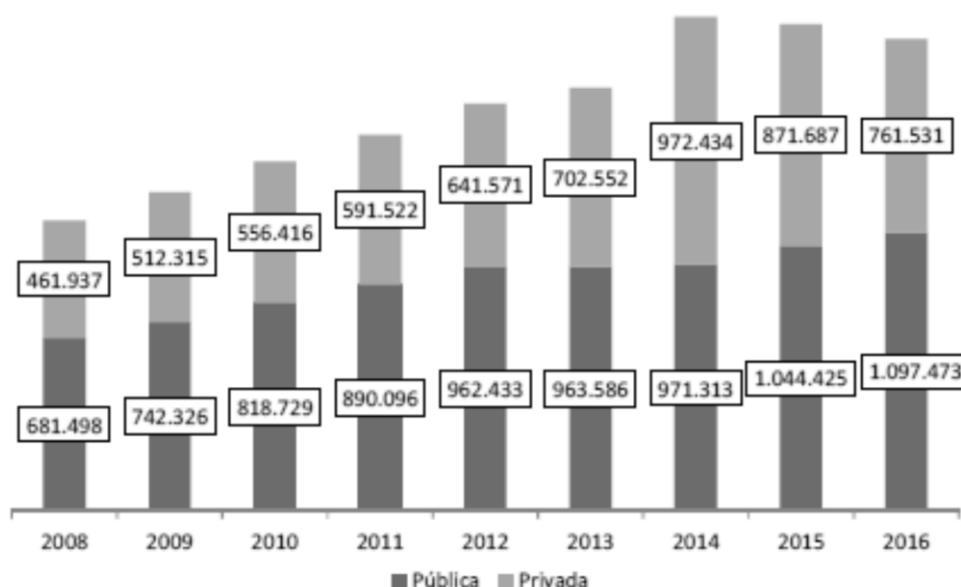
Em 1978, surgiram os três primeiros Centros Federais de Educação Tecnológica (Cefets), que tinham como objetivo formar engenheiros de operação e tecnólogos. Anos depois, os Cefets absorveram as atividades das ETFs e das Escolas Agrotécnicas Federais, em preparar o País para a revolução tecnológica ocorrida entre os anos 1980 e 1990. Finalmente, em 2008, o sistema foi reorganizado com a criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFETs), que absorveram os Cefets e as Escolas Técnicas remanescentes (PORTAL BRASIL, 2016).

Conforme dados do MEC, em 2014, os IFETs totalizavam 562 unidades em todo país, sem contabilizar as instituições que não aderiram aos Institutos Federais (REDE FEDERAL, 2015).

Conforme dados do Censo Escolar de 2016, as matrículas no ensino profissional⁸ em suas várias modalidades, perfazem um total de 1,9 milhões de alunos.

O Gráfico 1 apresenta dados das escolas do ensino profissional públicas e privadas sendo possível verificar um crescimento acentuado nos dois tipos de instituições até o ano de 2014 e, após este ano, uma leve queda. Nos anos de 2015 e 2016 houve crescimento nas matrículas da rede pública de 5,1%, mas houve uma queda na rede particular, muito provavelmente devido à crise financeira que o país viveu no período e à diminuição dos investimentos em programas governamentais como o Pronatec. Mas, mesmo para as privadas, os números de 2016 ainda são quase 9% maiores que em 2013, antes do início da crise.

Gráfico 1 - Número de matrículas na educação profissional por rede de ensino – Brasil 2008-2016



Fonte: INEP (2016, p10).

Com base nos objetivos sociais dos cursos técnicos no Brasil, no aumento do número de escolas e na média crescente das matrículas ao longo dos anos, são justificáveis estudos para identificar dentro do ensino técnico formas mais efetivas de abordagens educacionais.

⁸ Inclui curso técnico concomitante e subsequente, integrado ao ensino médio regular, normal/magistério, integrado à EJA de níveis fundamental e médio, Projovem Urbano e FIC fundamental, médio e concomitante. Fonte: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/notas_estatisticas_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf.

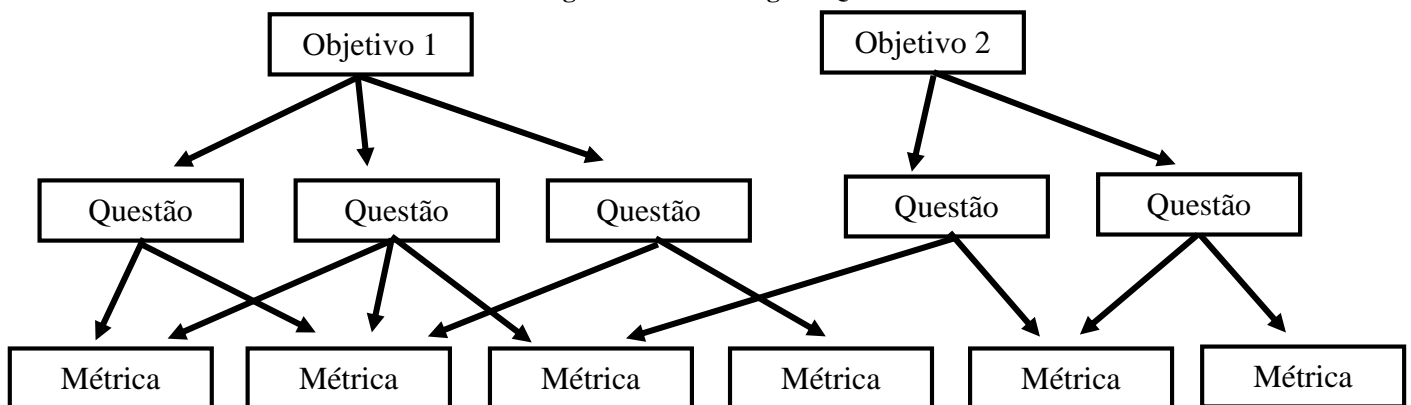
2.7 Goal Question Metric - GQM

A abordagem GQM, ilustrada na Figura 5, é um método para planejar medições de forma que estas sejam baseadas em objetivos específicos. Foi originalmente definida para avaliar defeitos para um conjunto de projetos no ambiente da NASA *Goddard Space Flight Center* (BASILI e ROMBACH, 1994). Atualmente, é bastante utilizada no meio acadêmico, como forma de medição dos dados e avaliação dos resultados dentro dos projetos de pesquisas, inclusive na área de computação, como pode ser visto nos trabalhos de Farias et al. (2015), De Souza et al. (2009), Hussain et al., (2008) e Carvalho et al. (2015) que utilizaram esse método como forma de medição e avaliação dos objetivos de suas pesquisas, obtendo dados conclusivos.

O GQM propõe um modelo de medição com três níveis de realização (BASILI e ROMBACH, 1994):

- Nível Conceitual: o objetivo é definir o objeto a ser medido, relativo a um ambiente em particular, podendo ser um processo, um produto ou um recurso;
- Nível Operacional: são definidas as questões que ajudarão na caracterização do objeto de estudo, para que seja possível determinar sua qualidade segundo um certo ponto de vista determinado;
- Nível Quantitativo: é definido um conjunto de dados, a ser obtido, relacionado a cada uma das questões definidas anteriormente.

Figura 5 - Metodologia GQM



Fonte: Adaptado de (BASILI e ROMBACH, 1994, p.3).

2.8 Revisão Sistemática da Literatura

Esta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) tem como objetivo apresentar uma visão sobre as pesquisas relacionada a utilização do *kit* robótico LEGO® *Mindstorms* no Brasil no ensino nos últimos anos. Foram considerados trabalhos que abordem atividades educativas de ensino/aprendizagem envolvendo a RE através do *kit* LEGO® para o ensino de disciplinas da área de Ciência da Computação.

A questão principal desse estudo foi identificar os assuntos ensinados, os métodos de avaliação utilizados e verificar se existem evidências sobre a eficácia educacional do *kit* no contexto dos cursos de nível técnico e graduação.

Para realizar esta revisão, foi seguida uma definição de processo para a realização de revisões sistemáticas com base em Kitchenham (2004) e Khan et al. (2001). Segundo Kitchenham (2004), através de pesquisas acessíveis relevantes, a revisão sistemática pode identificar, avaliar e interpretar questões de pesquisa, ou assunto, ou área de interesse. A revisão pode ser dividida em 3 (três) estágios, estruturados com base em 8 atividades conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Os 3 (três) estágios da Revisão Sistemática

Estágio 1 - Planejando a revisão
Atividade 1.1 – Identificar da necessidade para uma revisão; Atividade 1.2 – Desenvolvimento de um protocolo de revisão
Estágio 2 – Conduzindo a revisão
Atividade 2.1 – Identificação de pesquisa Atividade 2.2 – Seleção de estudos preliminares Atividade 2.3 – Avaliação da qualidade do estudo Atividade 2.4 - Extração e monitorização de dados Atividade 2.5 – Síntese de dados
Estágio 3 – Relatando a revisão
Atividade 3.1 – Comunicando os resultados

Fonte: Kitchenham (2004)

A RSL conduzida neste trabalho fez uso da abordagem básica relatada em Kitchenham (2004), com a finalidade de identificar o estado da pesquisa na área da RE com o *kit* LEGO® *Mindstorms*. Para isso, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

Q1: Quais os assuntos ensinados com o uso do *kit* LEGO® *Mindstorms*?

Q2: Quais são os métodos de avaliação utilizados para verificar a aprendizagem do aluno utilizando o kit LEGO?

Q3: Quais os resultados de aprendizagem com a utilização do *kit*?

O objetivo da Q1 é identificar quais as matérias e/ou assuntos que estão sendo ensinados com o uso da robótica. A Q2 serve para mapear quais os métodos de avaliação utilizados ou quais as formas de mensurar a aprendizagem dos alunos utilizadas nas pesquisas. E, por fim, a Q3 classifica os tipos de resultados apresentados nas pesquisas com o uso da robótica no ensino.

Para os propósitos deste estudo, a RSL foi feita entre os meses de outubro de 2016 a outubro de 2017 nas seguintes bases nacionais: (a) Congresso Brasileiro de Informática na Educação. (b) Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), (c) Workshop de Informática na Escola (WIE), (d) Workshop sobre Educação em Computação (WEI), (e) Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE). O intervalo de pesquisa foi de 2010 a 2017. A chave de pesquisa foi “Lego” para título ou resumo.

Foi priorizado eventos nacionais voltados para informática na educação para a RSL devido as características da pesquisa, por se tratar de um experimento de RE. A chance de encontrar artigos similares a esta pesquisa são maiores, em bases nacionais, do que em bases internacionais por ser uma realidade de ensino diferente.

Os critérios de inclusão e exclusão definem quais artigos foram considerados para a RSL. Eles estão descritos no Quadro 2.

A pesquisa pela palavra-chave “Lego” na base RBIE não retornou nenhum artigo. Foram encontradas 3 publicações no CBIE, sendo 2 selecionadas segundos os critérios de inclusão e exclusão; para SBIE foram encontradas 4 publicações sendo 3 selecionadas; no WIE foi selecionada 1 publicação de um total de 4; no WEI foram selecionadas 2 publicações de um total de 2, como ilustra a Tabela 1. O Quadro 3 apresenta um resumo do assunto tratado em cada artigo e o Quadro 4 lista os artigos escolhidos classificados por nome do autor e os respectivos títulos, eventos e ano de publicação.

Tabela 1 - Resultado de artigos da pesquisa

Base de pesquisa	Quantidade de artigos encontrados	Quantidade de artigos escolhidos
CBIE ⁹	3	2
SBIE	4	3
WIE	4	1
WEI	3	3

Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
1. O artigo fala da utilização da robótica como ferramenta de ensino para algum assunto da área de computação.	1. Artigos que estejam no formato de revisão sistemática.
2. O artigo utiliza o <i>kit</i> LEGO® Mindstorms para o ensino.	2. Artigo não atende ao item 1 dos critérios de inclusão.
3. O artigo apresenta resultados com alunos do ensino fundamental, médio, técnico ou superior.	
4. O artigo aborda o uso da robótica em aulas presenciais.	

Quadro 3 - Artigos por assunto

Artigos	Algoritmo	LP	Robótica	Matemática	Raciocínio Lógico	Informática
A01				X		
A02	X		X			
A03		X				
A04	X					
A05		X				
A06		X				
A07					X	
A08						X
A09			X			

⁹ Artigos presentes nos anais do CBIE, em eventos/workshops/conferências que não fazem parte do SBIE ou WIE

Quadro 4 - Lista de Artigos classificada por autor

ID	Autores	Títulos	Evento	Ano
A01	Barbosa, F. C. ;Alexandre, M. L. ;Alves, D. B. , De Menezes, D. C.; Campos, G. L. ; Nakamura, Y. S. N.; Junior, A. J. S. ; Lopes, C. R.	Robótica Educacional em Prol do Ensino de Matemática	WIE	2015
A02	Da Silva, D. P.; Sidnei, S. S.; De Jesus, Â. M. ; Silva, C. E. P.	Aplicação de Robótica na Educação de Forma Gradual para o Estímulo do Pensamento Computacional	CBIE	2016
A03	De Aguiar, Y. Q. ; Maciel, B. K.; Mattos, S. D. G.; Soares, L. B.; De Oliveira, V. M.	Introdução à Robótica e Estímulo à Lógica de Programação no Ensino Básico Utilizando o Kit Educativo LEGO® <i>Mindstorms</i>	CBIE	2015
A04	De Jesus, Leandro e Cristaldo, M. F.	Uma abordagem utilizando LEGO Mindstorms Education EV3 para verificar o desempenho acadêmico dos estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul do Câmpus Aquidauana	SBIE	2014
A05	Friedrich, R. V.; Dos Santos, D. S.;Keller, R. S.; Puntel, M. D.; Biasol, D.	Proposta Metodológica para a Inserção ao Ensino de Lógica de Programação com Logo e Lego <i>Mindstorms</i>	SBIE	2012
A06	Martins, L. A. S.; Brelaz1, A. S.; Nascimento, G. R.; Alfaia1, R. M.; Martins, T. S.	Ensinando Lógica de Programação aplicada a Robótica para alunos do Ensino Fundamental	SBIE	2016
A07	Oliveira, T. M.; Monteiro, W. M.; Oliveira, F. C. S., Martins, D. J. S.; Da Silva, A. L. L.	Ensino de Raciocínio Lógico e Computação para crianças: Experiências, Desafios e Possibilidades	WEI	2017
A08	Soares, R. F.; Borges, M. A. F.	Robótica: aprendizado em informática de forma lúdica	WEI	2011
A09	Avila, L.; Bernardini, F. C.; Moratori, P.	O uso de Robótica para aprendizado de Programação integrando alunos de Educação Básica e Ensino Superior	WEI	2016

Fonte: Produção da própria autora.

Para responder a questão Q1, “*Quais os assuntos ensinados com o uso do kit LEGO® Mindstorms?*”, foi elaborado o Quadro 3 com os assuntos: Algoritmo, Lógica de Programação (LP), Robótica, Matemática, Raciocínio Lógico e Informática. Com a análise do Quadro 3, pode-se perceber que o assunto “LP – Lógica de Programação” é alvo de 33,3% das pesquisas analisadas.

Os autores Aguiar et al. (2015) fizeram uso do *kit* LEGO® para ensino de lógica de programação a alunos do 9º ano da rede pública e resumem a experiência como:

Além de permitir que a combinação dos comandos inseridos no *software* seja visualizada em ações no mundo real, como o movimento dos motores dos robôs. Permitir aos alunos ver os seus códigos funcionarem no mundo físico e não somente no virtual pode tornar mais empolgante o aprendizado da lógica de programação. (Aguiar et al., 2015, p.1423)

Como resultados do ensino de lógica de programação a alunos do sexto, sétimo e oitavo ano de uma escola pública com o uso da robótica, os autores Silva et al. (2016) descrevem que sua utilização “despertou nos alunos o interesse científico e os incentivou na solução de desafios que envolviam decomposição de problemas e realização de testes interativos através do robô.”

Como síntese dos métodos de avaliação usados e que respondem a questão Q2: “*Quais são os métodos de avaliação utilizados para verificar a aprendizagem do aluno?*”, foi elaborado o Quadro 5. Apenas dois, ou 22,2%, dos artigos realizaram mais do que um tipo diferente de avaliação e apenas um artigo aplicou questionários antes e depois da atividade.

Quadro 5 – Métodos de Avaliação

ID	Método de avaliação
A01	Resolução de problema proposto
A02	Qualitativa por observação
A03	Aplicação de teste de lógica antes e depois das aulas
A04	Aplicação de um questionário auto avaliativo ao final do experimento. Análise do desempenho escolar.
A05	Qualitativa por observação
A06	Aplicação de questionário auto avaliativo Qualitativa por observação
A07	Aplicação de entrevista de satisfação
A08	Aplicação de questionário auto avaliativo Qualitativa por observação
A09	Qualitativa por observação

Fonte: Produção da própria autora.

Pode-se responder à questão Q3: “*Quais os resultados de aprendizagem com a utilização do kit?*” com a análise dos resultados dos artigos.

Para os autores De Aguiar et al. (2015) os resultados da aprendizagem são confirmados na diferença do desvio padrão das notas apuradas, conforme o texto:

Podemos também concluir, a partir das médias totais de acerto, que no primeiro teste as notas eram muito dispersas, conforme o desvio padrão apontava. Já no segundo teste, as notas foram melhores, e quem havia se saído mal no primeiro teste, se saiu melhor no segundo, com isso o desvio padrão diminuiu, nivelando o conhecimento de todos. (De Aguiar et al., 2015, p.1423)

No trabalho dos autores Da Silva et al. (2016), os resultados da aprendizagem foram concluídos com a frase:

Por meio das atividades realizadas em laboratório foi possível observar o interesse e a motivação dos discentes que afirmaram que as ferramentas utilizadas foram essenciais para aprender conceitos de programação e robótica. (Da Silva et al., 2016, p.1196)

Segundo os autores Friedrich et al. (2012), os trabalhos propostos e constantes do plano de ensino foram todos finalizados com êxito pelos alunos, que se mostraram grandemente receptivos por poderem participar do projeto.

Os autores De Jesus e Cristaldo (2014) relatam pontos positivos em suas experiências: constatou-se um aumento no índice das notas acima de 9,0 em aproximadamente 8% após a participação dos alunos no projeto. Ainda segundo os autores, as respostas do item do questionário sobre a aprovação do projeto chegaram a 80% das opções marcadas como excelente, o que mostra a grande aceitação por parte dos alunos na aplicação de propostas didáticas com o uso da robótica. Houve relatos de professores sobre melhora de 33% do total dos alunos quanto a motivação e interesse nas aulas, após terem participado do projeto.

O trabalho de Martins et al. (2016, p.38) mostra resultados do ensino de robótica para alunos do 5º ao 7º ano do ensino fundamental por meio dos relatos dos alunos, como: *“Passei a me interessar mais no assunto de robótica e programação por conta da forma que os professores nos repassam, sendo mais interessante e sem dificuldades para eu entender”* e *“A aula é muito boa, interessante, onde aprendemos coisas como: lógica, robótica, algoritmos e coisas legais pra usar hoje e quem sabe no futuro”*.

Por fim, no trabalho dos autores Barbosa et al. (2015, p.279), percebeu-se, através de imprevistos e problemas no projeto que os alunos tiveram de enfrentar, um aumento dos questionamentos e da motivação para resolução de problemas, principalmente na questão da movimentação do robô sobre as diferenças da programação do motor quando o tipo escolhido for graus ou rotações. Os autores finalizam a experiência com a frase: *“Solucionar esse problema só estimulou os alunos a questionar mais a programação e o movimento do robô.”*

Os autores Oliveira et al (2017) relatam uma experiência de ensino de Raciocínio Lógico e PC para alunos da educação básica através da robótica. Nessa experiência foi possível observar maior motivação e engajamento de um aluno que, após a metodologia, começou a se envolver e criar vínculos com os demais alunos.

Conceitos de informática podem ser mais facilmente ensinados com a utilização da robótica de forma lúdica. Os autores Soares e Borges (2011, p.3) relatam que *“Em todo o processo de criação de uma plataforma robótica o aluno é desafiado a entender novos conceitos e descobrir novas formas de solucionar os problemas propostos.”*

Para o ensino de programação em robótica, os autores Avila et al. (2016) descrevem os relatos do projeto como transformadores, de forma que o aluno se torna menos dependente da ajuda do professor e mais ativo na resolução de problemas por si próprio.

Um comparativo entre os artigos pesquisados da RSL e esta pesquisa pode ser visto no Quadro 6. O Quadro 6 classifica os trabalhos analisados conforme os métodos de avaliação (coluna 1, 2 e 3), tipos de aplicação de questionários (coluna 5) e metodologia de ensino (coluna 4). Analisando o Quadro 6 é possível verificar que os trabalhos analisados fazem uso de

somente 1 (um) ou no máximo 2 (dois) itens do quadro, enquanto que este trabalho busca usar todos os itens.

Quadro 6 - Comparativo entre os artigos e esta pesquisa

Trabalhos	Método de Avaliação tradicional	Qualitativa por observação	Questionário auto avaliativo	Resolução de Problemas	Utilização de questionário antes e após
A01				X	
A02		X			
A03					X
A04		X			
A05		X			
A06		X	X		
A07					
A08		X	X		
A09		X			
Esta pesquisa	X	X	X	X	X

Fonte: Produção da própria autora.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Pode colocar as pesquisas envolvendo os robôs como uma busca da sociedade pela performance e qualidade em áreas nas quais atividades repetitivas eram realizadas por pessoas que poderiam ser substituídas por máquinas. A robótica é usada com bastante intensidade em indústrias de várias áreas, como automobilística, de bebidas e a alimentícia.

Os *kits* robóticos surgem como uma forma de trabalhar conceitos da área de robótica de forma lúdica. Eles se baseiam no conceito de que pequenas máquinas podem ser programadas para executarem atividades pré-determinadas, dando ao usuário o controle das ações.

Neste capítulo, apresenta-se o que foi usado ao longo da pesquisa, destacando na seção 3.1 Análise de kits robóticos, na seção 3.2 Comparativo entre os *kits* e na seção 3.3 Metodologia da Pesquisa.

3.1 Análise de kits robóticos

Por meio da análise de *kits* robóticos educacionais, foi possível escolher o que mais atendia as especificidades do ensino de LP para alunos ingressantes de cursos técnicos de Mecatrônica e Eletroeletrônica.

Foram identificados 3 (três) tipos de *kits* mais comumente encontrados em grande parte de artigos da área de informática na educação, quando do ensino com o uso de robótica. São eles: Arduino¹⁰, Modelix Robotics¹¹, LEGO® Mindstorms¹². Eles estão descritos nas próximas subseções.

3.1.1 Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código fonte aberta para criação de objetos interativos que podem funcionar de forma independente ou através de *software*. O ambiente de desenvolvimento, conhecido como *Integrated Development Environment* (IDE), pode ser baixado gratuitamente no site da Arduino¹³. A Figura 6 (a) ilustra

¹⁰ <https://www.arduino.cc/>

¹¹ <http://modelix.cc/>

¹² <http://www.lego.com/en-us/mindstorms>

¹³ <https://www.arduino.cc/>

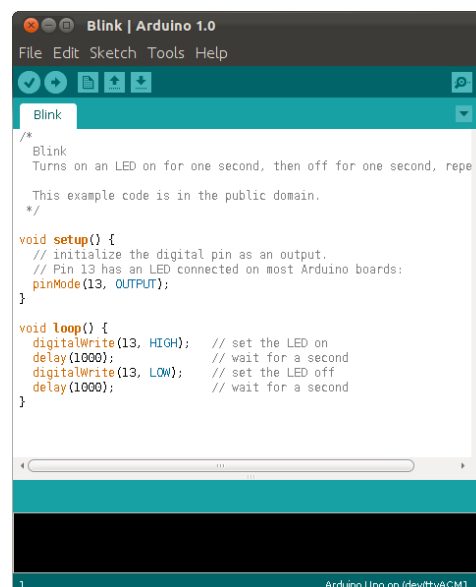
a placa e Figura 6 (b) a IDE. A plataforma tem como objetivo ser usada por qualquer pessoa que deseje utilizar a computação física em seus projetos sem a necessidade de conhecimentos avançados em engenharia elétrica (BANZI E SHILON, 2015).

A placa Arduino Uno¹⁴ é um dos tipos de Arduino mais vendidos. Ela é uma pequena placa microcontroladora, composta por uma placa (circuito de pequeno porte) e um chip (o componente principal de uma placa). Sua linguagem oficial é baseada na linguagem C/C++, com algumas funções particulares (ARDUINO, 2015). A placa de modelo Uno pode ser encontrada por R\$ 119,00 (cento e dezenove reais)¹⁵. Um *kit* Avançado para Arduino com peças suficientes para realização de algumas montagens é comercializado por R\$ 185,00¹⁶.

Figura 6 - Imagem da Placa Arduino UNO e sua IDE.



(a) Arduino UNO



(b) *Software* IDE

Fonte: <http://www.arduino.cc>.

¹⁴ <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

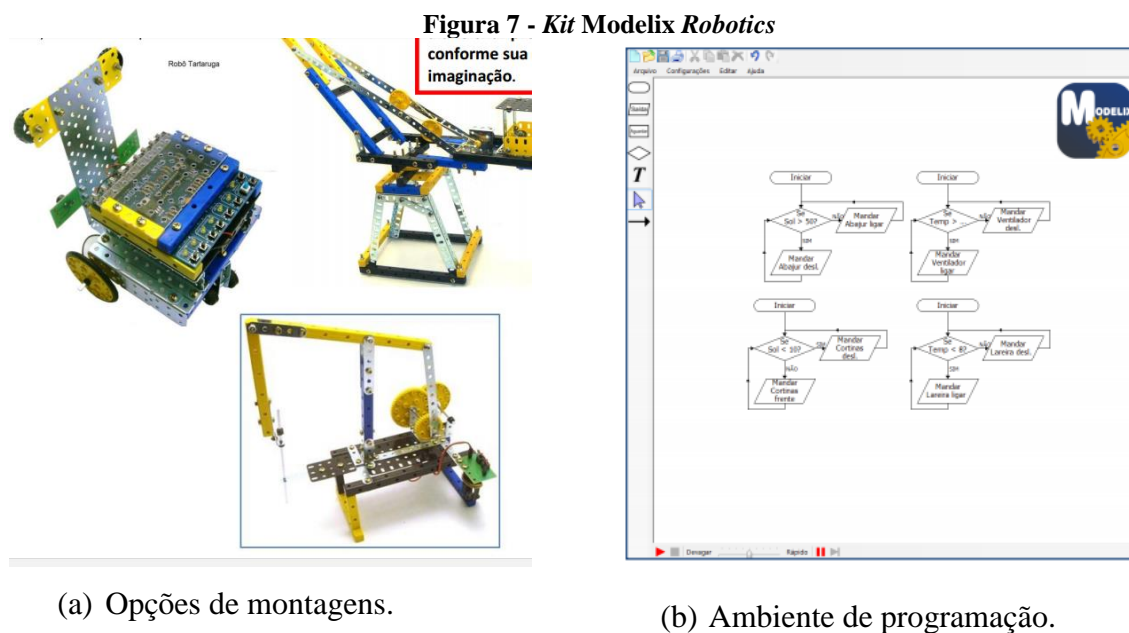
¹⁵ Fonte: <https://www.robocore.net/loja/produtos/arduino-uno-r3.html>. Acesso em: 20 de nov. 2016.

¹⁶ Fonte: <https://www.robocore.net/loja/produtos/arduino-kit-avancado.html>. Acesso em: 12 de set. 2017.

3.1.2 Modelix Robotics

O *kit* de robótica Laboratório de Informática 411, desenvolvido e comercializado pela empresa nacional Modelix, possibilita o ensino de robótica para crianças a partir de 9 anos até projetos mais complexos para nível superior. Possui peças e componentes para diversos tipos de montagens, assim como microcontrolador, motores, sensor de luz e toque, vários tipos de rodas, hélices, interruptor, entre outros componentes. O *kit* acompanha manual de referência do *software* Modelix System Starter, cursos de elétrica na bancada, microcontrolador programável, Joystick e Controle IR, além de projetos prontos descritos passo-a-passo (Modelix, 2016). A programação é feita por fluxogramas, sem a utilização de linguagem de programação, através do *software* “Modelix System Starter”, com licença de um ano para um computador (MODELIX ROBOTICS, 2015). O *kit* pode ser adquirido por R\$ 2.793,00¹⁷.

A Figura 7 (a) ilustra alguns exemplos de montagens com o *kit* e a Figura 7 (b) o ambiente de desenvolvimento.



Fonte: <http://modelix.cc/laboratorio-de-robotica-411/>

¹⁷ Fonte: <http://www.kitsderobotica.com.br/kit-escolar-411-laboratorio-de-robotica>. Acessado em: 20 de novembro de 2016.

3.1.3 Lego *Mindstorms*

O conjunto de ferramentas LEGO® *Mindstorms* para a construção e programação de robôs é o produto mais vendido na história do grupo LEGO®. A empresa dinamarquesa LEGO lançou seu primeiro produto Lego controlado por computador em 1986. Com a colaboração do MIT, foi criado, em 1988, um “bloco inteligente” (ou *Brick*), por meio do qual as criações com as peças de montagem podem executar movimentos através de programas criados por computador (LEGO HISTORY, 2016).

Atualmente, duas versões do *kit* são comercializadas: o LEGO® *Mindstorms* NXT 2.0, lançado em 2006 e o LEGO® *Mindstorms* EV3, lançado em 2013. O Quadro 7 exhibe os recursos de motores, sensores, tipos de conexão e compatibilidade com Sistema Operacional de cada *kit*.

Quadro 7 - Principais conexões e componentes dos kits NXT e EV3

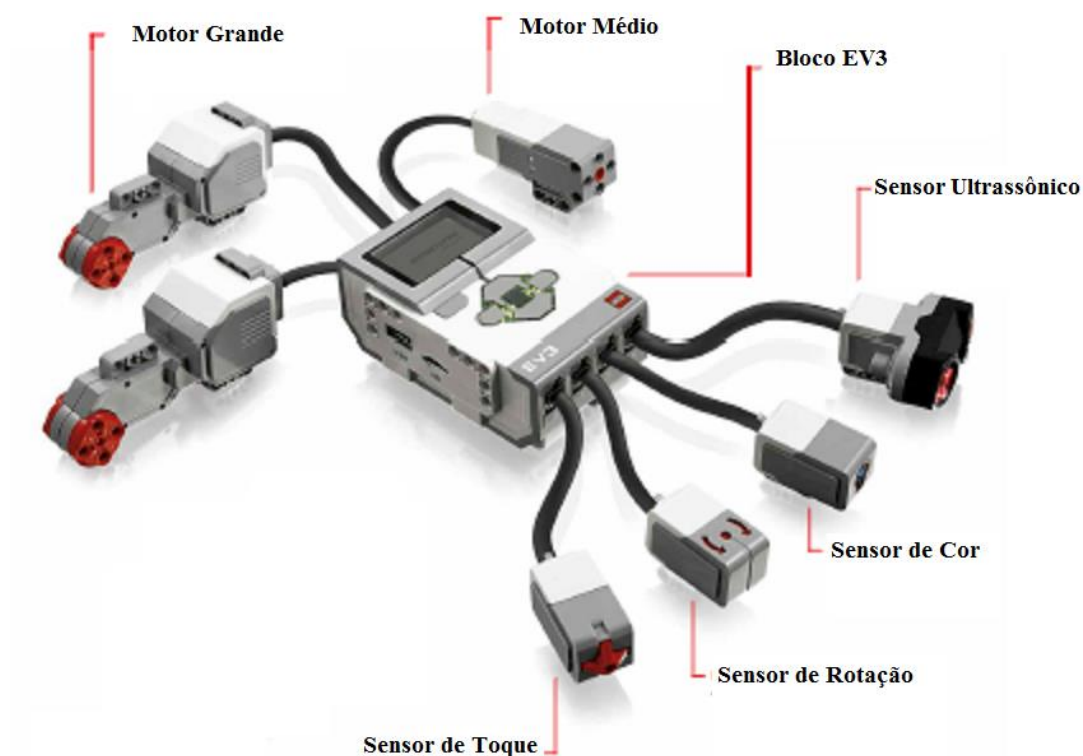
Componentes	NXT	EV3
Motor Grande	Sim	Sim
Motor Médio	Não	Sim
Sensor de Toque	Sim	Sim
Sensor de Som	Sim	Não
Sensor de Luz/Cor	Sim	Sim
Sensor de Rotação	Não	Sim
Sensor Ultrassônico	Sim	Sim
Sensor Infravermelho	Não	Sim
Sensor de Temperatura	Sim	Sim
Sensor de Rotação	Não	Sim
Porta USB	Sim	Sim
Bluetooth	Sim	Sim
Conexão Wi-Fi	Não	Sim
Compatível com <i>Microsoft Windows</i> e <i>Apple Macintosh</i>	Sim	Sim

Fonte: Produção da própria autora com base nos manuais da Lego¹⁸.

¹⁸ Fonte NXT: http://mz.pro.br/Engenharia_Processo/04-Manual_MindStorms_Portugues.pdf e Fonte EV3: http://roboticafloripa.com.br/pdf/Guia_Lego.pdf

O *kit* contém sensores e motores pré-montados, não exigindo conhecimentos de eletrônica, conforme ilustra Figura 8. O *kit* principal do LEGO® *Mindstorms Education EV3* pode ser encontrado por R\$ 3.600,00¹⁹.

Figura 8 – Componentes do *kit* LEGO® EV3



Fonte: www.lego.com. Acessado em: 01 jun. 2013.

¹⁹Fonte: <https://www.loja.zoom.education/lego-mindstorms-education-ev3-conjunto-principal>. Acesso em: 17 out. 2017.

3.2 Comparativo entre os kits

O Quadro 8 lista os pré-requisitos de conhecimento para cada *kit* que o usuário deve possuir para melhor aproveitamento do mesmo.

Quadro 8 - Comparativo entre kits de Robótica

Conhecimentos necessários	Arduino	Modelix	LEGO® Mindstorms
Linguagem de Programação	Sim	Não	Não
Eletrônica	Sim	Sim	Não
Inglês	Sim	Não	Não
Custo (R\$)	185,00	2.793,00	3.600,00

Fonte: Produção da própria autora.

Como as turmas em que a pesquisa será desenvolvida são formadas por alunos iniciantes no curso e, em sua maioria, não possuem conhecimentos prévios da área, os principais requisitos para a escolha do *kit* de robótica foram: não necessitar de conhecimentos prévios sobre programação, não usar língua estrangeira, e não precisar conhecer componentes eletrônicos ou fundamentos de eletrônica.

Para este projeto, foi escolhido o *kit* LEGO® *Mindstorms* pela facilidade de uso dos sensores que se encontram prontos para serem usados, bastando fazer a conexão na porta correta, sem a necessidade de utilização de componentes eletrônicos que demandariam conhecimentos de eletrônica, como é o caso do Arduino e do Modelix.

Existe uma variedade de tipos de sensores, sendo toque, luz, som, infravermelho e ultrassônico proporciona ao aluno a possibilidade de criar maior diversidade de projetos. A vivência na prática do funcionamento dos sensores contribui para o aluno ter experiência com a utilização, fornecendo suporte ao aprendizado destes assuntos nas disciplinas de eletrônica que serão vistas no decorrer do curso.

Outra vantagem é a facilidade de programação, através da programação visual de fácil compreensão. Não há a necessidade de escrita de comandos complexos em inglês ou o conhecimento de alguma linguagem de programação específica, como acontece com o Arduino, para o qual o aluno precisa saber escrever códigos em Linguagem C para poder interagir com a placa.

Outro ponto positivo é a gratuidade do ambiente de desenvolvimento do LEGO®, o qual pode ser baixado pelo site, ao contrário do *software* Modelix System Starter, que fornece licença válida por um ano e para apenas uma máquina.

O *kit* LEGO® tem o diferencial da disponibilidade de exemplos de montagem dos robôs e programação passo-a-passo em português, pois a própria empresa LEGO®²⁰ oferece isso, além de iniciativas de usuários²¹ e a facilidade de encontrar o manual em português²².

O levantamento da quantidade de sensores disponíveis em cada *kit* pode ser conferido no Quadro 9. No caso de Arduino, por ser uma plataforma mais aberta, é claro que se pode comprar componentes em qualquer loja de eletrônica, mas isso demanda um maior conhecimento por parte do professor que vai montar o *kit* e mais dificuldades na montagem para os alunos que forem utilizar, pela exigência de trabalhar com circuitos eletrônicos, entre outras barreiras.

O preço pode ser um diferencial negativo para o *kit* Lego. No entanto, percebe-se que o preço dele, quando comparado ao Modelix não é muito diferente. Com relação ao *kit* Arduino há uma diferença significativa.





Segundo Santos e Tarouco (2007) é muito importante, em um processo de aprendizado, evitar-se uma sobrecarga cognitiva resultante de carga cognitiva externa que não está associada ao conteúdo que está sendo trabalhado. No caso do Arduino, o estudante precisará se preocupar com conexões, fios, polaridades e várias outras questões que não estão associadas ao conteúdo de LP, que é o foco desta pesquisa. Por este motivo, para o objetivo deste trabalho, o Lego oferece um diferencial essencial, que é não exigir dos alunos conhecimentos que não são o foco da disciplina.

²⁰ Site: <https://www.lego.com/en-us/mindstorms/build-a-robot>.

²¹ Sites: <http://www.nxtprograms.com/index1.html>; <http://www.signosdigitais.net.br/lego/montagens-e-programacoes>.

²² Site: http://mz.pro.br/Engenharia_Processo/04-Manual_MindStorms_Portugues.pdf.

Quadro 9 - Kits de Robótica

Kit Robótico	Quantidade de Sensores	Imagem
LEGO <i>Mindstorms</i> NXT	5	
LEGO® <i>Mindstorms</i> EV3	5	
Modelix IPROG	5	
<i>Kit Avançado</i> Arduino ²³	1	

Fonte: Produção da própria autora

²³ Nesse *kit* em particular, consta apenas um sensor ultrassônico. Demais sensores podem ser comprados separadamente.

3.3 Metodologia da Pesquisa

Este trabalho procurou seguir as características da investigação qualitativa, descritas por GODOY (1995):

Considerando que a abordagem qualitativa, enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como uma proposta rigidamente estruturada, ela permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques. (Godoy 1995, p.25)

O estudo de caso é um dos tipos da pesquisa qualitativa que possui um enfoque exploratório e explicativo. Godoy (1995, p.21) também afirma que “... o pesquisador vai a campo buscando ‘captar’ o fenômeno em estudo a partir das perspectivas das pessoas envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes”.

Neste trabalho foi adotada uma abordagem qualitativa, por opção do pesquisador e pelas características da linha de pesquisa. Neste tipo de estudo, segundo Godoy (1995), a presença do pesquisador próximo as pessoas, lugares e processos foco do estudo, facilita a obtenção de dados relevantes às circunstâncias estudadas, facilitando o entendimento dos fenômenos.

O estudo de caso é um dos três tipos da pesquisa qualitativa bastante conhecidos e utilizados pela academia. Tem como objetivo o exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular (GODOY, 1995).

Godoy (1995, p.26) aponta que, para análises de fenômenos que ocorrem no cotidiano da vida das pessoas e que só poderão ser analisados dentro de um contexto, o estudo de caso tem sido uma das estratégias preferidas pelos pesquisadores para encontrar respostas às perguntas “como” e “por que” algumas ocorrências acontecem.

O pesquisador deve estar aberto à novas descobertas que o estudo de caso proporciona, estando alerta a novos fatores ou dimensões não pensadas até então e que poderão surgir no decorrer do trabalho.

Ainda segundo Godoy (1995, p.25) “o pesquisador deve também preocupar-se em mostrar a multiplicidade de dimensões presentes numa determinada situação, uma vez que a realidade é sempre complexa”.

Mesmo a pesquisa sendo de caráter qualitativo, o uso de dados quantitativos pode ser feito para promover aspecto de confiabilidade em alguma questão analisada (GODOY 1995, p.26).

Esta pesquisa fez uso de questões qualitativas para avaliar a percepção de aprendizagem dos alunos sobre a perspectiva dos próprios alunos com o uso de questionário baseado na abordagem GQM. Para avaliar de forma quantitativa a aprendizagem, foram desenvolvidos questionários avaliativos sobre os conceitos ensinados, aplicados antes e após o experimento. Para avaliar o impacto do uso do *kit* Lego, a pesquisa precisa se basear em duas turmas de alunos de cursos similares e cursando o mesmo semestre, usando uma abordagem didática parecida, mas sendo que apenas uma dela usaria o *kit*

4 PROPOSTA DA PESQUISA

Dada a importância social dos cursos técnicos e aos desafios que se colocam no ensino de disciplinas de LP, este trabalho desenvolveu dinâmicas para analisar o uso de RE e LEGO® *Mindstorm*, estruturados com PBL, nesse tipo de disciplina. Para tal, foi feita uma proposta de UI e de questionários a ser conduzidos com as turmas que fizeram parte da pesquisa. Foram propostas experimentações em paralelo com duas turmas, ambas com o uso de estratégias tradicionais para o ensino dos conceitos de lógica de programação nas primeiras aulas e nos últimos 4 dias de aulas foi utilizada uma abordagem que usa estratégias e práticas presentes no Construtivismo e na metodologia PBL. As primeiras aulas de ambas as turmas foram iguais e os últimos quatro dias tiveram abordagem bastante similar, sendo que em uma turma se usou o *kit* Lego e na outra não. A turma que utilizou o *kit* Lego foi chamada de “Turma Lego” e a que não utilizou o *kit* robótico de “Turma de Controle”.

Por critério de importância e por melhor adequação dos assuntos aos recursos de programação do LEGO®, foi decidido que os assuntos de LP abordados nas dinâmicas seriam: Estrutura Sequencial, Estrutura de Decisão e Estrutura de Repetição (Definida e *Loop* Infinito).

Antes do início das aulas da pesquisa, deve ser deixado claro para os alunos que eles estarão participando de uma pesquisa científica, explicando que a presença não é obrigatória, mostrando que a mesma passou por aprovação pelo conselho de ética conforme “termo de consentimento livre e esclarecido” (Apêndice A), o qual deve ser entregue para cada aluno ler e assinar.

Após isto, antes de iniciar as atividades que trabalham com o conteúdo de LP, propõe-se avaliar o conhecimento inicial dos alunos sobre os itens de lógica ensinados para que, ao final, seja possível fazer um levantamento sobre quais assuntos os alunos conseguiram progredir mais no entendimento. Para essa avaliação foi criado um modelo de questionário de múltipla escolha, que pode ser consultado no Apêndice B.

Após esse primeiro questionário, devem ser introduzidos os principais conceitos de LP (programação sequencial, estruturas de decisão e repetição) utilizando os recursos e metodologia escolhidos pelo professor: essa introdução deve ser feita de forma similar nas duas turmas.

Ambas as turmas deverão utilizar a abordagem PBL, devendo ser explicado o projeto final que cada grupo deverá desenvolver para apresentar como conclusão. A “Turma Lego” deverá utilizar o *kit* robótico e a “Turma Controle” deverá desenvolver um produto de *software*

em linguagem padrão. Os projetos propostos devem ter complexidade compatível com o tempo e a duração de cada aula, abordando questões que envolvam uma ou mais situações possíveis de serem encontradas na profissão. A cada aula deve-se introduzir o conceito que deve ser usado, exercitando-o com pequenos desafios e permitindo aos alunos a construção do conhecimento pela interação com o projeto e sucessivas tentativa de programação e teste.

Nas atividades a serem desenvolvidas com os alunos, serão utilizados os conceitos de PC, usando o computador como mediador para o ensino de competências de computação e lógica, e a PBL, através de atividades problemas que serão propostas em cada aula para resolução em grupo. Para cada aula, foi definido o que deve ser ensinado primeiro, criando uma sequência crescente de complexidade contribuindo para a motivação e criando expectativa para a próxima aula.

As UIs serão fundamentadas em três assuntos da lógica de programação, sendo: programação sequencial, estrutura de decisão e estrutura de repetição. Até o início da última aula todos os itens necessários para a execução do projeto final já devem ter sido abordados. A prática das aulas proposta está descrita em maiores detalhes nas próximas seções, uma para a “Turma Lego” e outra para a “Turma de Controle”.

Para se analisar os resultados obtidos, será necessário conduzir uma coleta de dados com os participantes. Para essa coleta de dados, foram propostos dois tipos de questionários, que devem ser aplicados ao final da última aula. Um dos questionários a ser aplicado deve ser um novo questionário avaliativo, com os mesmos assuntos abordados, mas com perguntas distintas (para que o aluno não acerte por memorização), para que seja possível verificar se houve progresso no entendimento de conceitos antes não compreendidos. Um modelo para esse questionário foi proposto e encontra-se no Apêndice C.

Como esta pesquisa buscou analisar a existência de uma correlação entre o aprendizado do conteúdo e perspectivas de aprendizado e motivação, é importante avaliar a percepção do aluno sobre o seu conhecimento, sua aprendizagem e sua motivação relacionada ao tipo de aula apresentado. Este trabalho propôs, para esse fim, o uso de um questionário baseado no método GQM, apresentado na Seção 2.7 *Goal Question Metric - GQM*. Esse método ajuda a definir os objetivos de medição e as questões para cada medida. Seguindo a metodologia, foi definido: o Propósito, o Problema, o Objeto e o Ponto de vista para a “Turma Lego” e a “Turma de Controle” originando as questões encontradas no Apêndice D e Apêndice E, respectivamente, conforme o Quadro 10.

Com base nos dados do questionário inicial e final é possível conduzir análises buscando verificar se a percepção de aprendizagem relatada pelos alunos está compatível com o progresso na absorção de conhecimento observado.

Quadro 10 - Medidas das turmas "Lego" e "Controle"

Propósito	Analisar
Problema	Aprendizado
Objeto	Programação com Lego/Projeto em Grupo
Ponto de vista	de Alunos da disciplina de lógica de programação do curso de Mecatrônica
Propósito	Analisar
Problema	Motivação
Objeto	Programação com Lego/Projeto em Grupo
Ponto de vista	de Alunos da disciplina de lógica de programação do curso de Mecatrônica

Fonte: Produção da própria autora

4.1 Turma de Controle

Para cada aula, foi definido o objetivo, delimitando os assuntos abordados juntamente com os recursos que seriam empregados. Atentou-se para a quantidade de assuntos, diluindo os objetivos em cada aula de forma a não sobrecarregar a quantidade de tarefas a serem realizadas em cada aula. O Quadro 11 apresenta a UI criada para a “Turma de Controle”.

Para as aulas 2, 3 e 4 do Quadro 11, os alunos foram divididos aleatoriamente em grupos e cada grupo incentivado a escolher temas que fossem vinculados a realidade deles e que integrassem diferentes áreas do conhecimento. Foram utilizados alguns princípios da PBL como: a **interação social** fazendo com que os alunos trabalhassem e interagissem em grupos, a **construção do conhecimento** pelo aluno, por meio de tentativa e erro na formulações de possíveis soluções para o problema proposto, a **Metacognição** foi exercitada por meio da reflexão e análise do problema, que constituía da movimentação e ativação de sensor.

A professora da turma (autora da pesquisa) validou os temas verificando se a complexidade do problema era viável para a realização dentro tempo disponível e se os recursos de programação necessários para o desenvolvimento do *software* eram condizentes com os conceitos anteriormente ensinados para turma. Os alunos se subdividiram em novos grupos, um para criar o algoritmo e outro para implementá-lo em Linguagem C. Os alunos fizeram uso de

conteúdos extras como apostilas e conteúdos on-line para ajuda-los na resolução de problemas que surgiam ao longo da programação.

Quadro 11 - Unidade Instrucional – “turma controle”

AULA	DURAÇÃO	OBJETIVO	PRÁTICA
1	2 aulas	- Definição do tema do projeto. - Definição dos grupos.	- Os alunos utilizarão os conhecimentos já obtidos nas aulas e de pesquisas para formularem o programa. - Elaboração da tela principal do projeto final.
2	2 aulas	- Definição dos conteúdos do projeto. - Criando o menu principal completo.	- Programação dos tópicos escolhidos.
3	2 aulas	- Utilização de estrutura de decisão e repetição. - Definição dos dados de entrada/processamento/saída	- Iniciando programação de cálculos e exibição de resultados.
4	2 aulas	- Término do projeto	- Finalização ajustes finais do projeto.

Fonte: Produção da própria autora

4.2 Turma Lego

No ambiente de desenvolvimento LEGO[®], quando da programação das soluções dos problemas propostos em aula, o uso dos blocos de programação deve ser feito construindo a relação com os conceitos de LP, de forma a mostrar sua similaridade. As atividades devem ser realizadas utilizando o ambiente de programação da LEGO[®] para os *kits* NXT e EV3²⁴, fazendo uso da programação visual, que se dá pelo uso de blocos prontos funcionais com opções de configurações para realizar as adaptações necessárias para o que se deseja programar.

Os *kits* podem ser entregues com os robôs previamente montados ou não, mas com todas as peças e sensores que serão usados no projeto, e com algum manual de montagem impresso, ou passo-a-passo no computador. Experiências anteriores mostraram que a montagem sem um manual foi muito difícil, desmotivadora e frustrante para o aluno. Para a organização das aulas da “Turma Lego”, foi desenvolvido uma UI para organizar os objetivos e sequenciar os assuntos, conforme pode ser evidenciado no Quadro 133. Preocupou-se aqui com a distribuição

²⁴ Site oficial: <http://www.lego.com/en-us/mindstorms/?domainredir=mindstorms.lego.com>

dos conteúdos em ordem crescente por nível de dificuldade, sem sobrecarregar nas tarefas a serem cumpridas.

Os conteúdos de LP foram distribuídos em cada aula com o cuidado de serem abordados em ordem lógica. Os conceitos principais de robótica como: nome das peças e recursos de montagem, foram abordados inicialmente. No decorrer das aulas, de forma gradativa, conforme a necessidade/interesse dos alunos, outros conceitos foram trabalhados.

Para as aulas descritas no Quadro 13, similarmente ao que aconteceu na turma de controle, foram utilizados princípios da PBL como a **interação social**, e a **construção do conhecimento** pelo aluno e a **Metacognição**. Neste experimento, os alunos tiveram que construir um robô e criar uma programação para que ele se movimentasse. Foi proposto que caso o sensor de toque fosse acionado, o robô deveria girar e continuar andando até chegar ao ponto de partida.

O Quadro 12 ilustra os princípios da PBL que foram aplicados nas aulas práticas da disciplina de LP utilizando o Lego.

Quadro 12 - Princípios da PBL utilizados nas turmas Controle e Lego

Interação social	Construção do conhecimento	Metacognição	Interação com a vida real	Motivação epistêmica
<ul style="list-style-type: none"> • Divisão e trabalho em grupo; • Troca de experiências entre os alunos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Problema como ponto de partida; • Problema como estímulo para a aprendizagem; 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexão e análise do problema; • Análise crítica; 	<ul style="list-style-type: none"> • Situação problema relacionado à movimentação e acionamento de sensor do robô; • Tema baseado em problema do cotidiano; 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar soluções para problemas inesperado;

Quadro 13 - Unidade Instrucional - “turma lego”

AULA	DURAÇÃO	TEMA	OBJETIVO	PRÁTICA
1	2 aulas	Conhecer as peças do <i>kit</i> – construindo o robô.	<ul style="list-style-type: none"> - Entender os diversos tipos de peças para a montagem. - Entender a comunicação dos motores e dos sensores ligando-os as portas corretas com o <i>Brick</i>. 	Criação de um robô em formato de carro com sensor de toque (<i>touch sensor</i>). Explicar os conceitos e características do projeto final para os alunos.
2	2 aulas	Conhecer o ambiente de programação – criando primeiro programa.	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer os blocos de comando e opções de configuração. - Entender o conceito de execução sequencial de comandos. 	Utilizando o robô da aula 1, criar uma programação de emitir um som e andar por alguns segundos.
3	2 aulas	Estrutura de Repetição	<ul style="list-style-type: none"> - Entender o conceito de repetição. - Modificar para que repita uma quantidade fixa de vezes e de forma infinita (loop infinito). 	Utilizando o mesmo robô, criar uma programação para o robô andar, se for acionado o sensor de toque, girar e continuar andando. Executar com repetição infinita.
4	2 aulas	Estruturas de decisão	<ul style="list-style-type: none"> - Entender o conceito de estrutura de decisão (verdadeiro/falso) 	Utilizando o robô da aula 1, criar uma programação para que ande infinitamente e se o sensor de toque for acionado, girar e andar de marcha ré durante 2 segundos. Elaboração da resolução do problema proposto.

Fonte: Produção da própria autora

4.3 Comitê de ética

O estudo de caso conduzido para este projeto foi conduzido em aulas que aconteceram no 1º semestre de 2016. Para pesquisas que envolvem seres humanos é necessário obter a aprovação do Comitê de Ética. Esta pesquisa foi submetida a Plataforma Brasil²⁵, no segundo semestre de 2015, com o envio de todos os documentos solicitados e recebendo a aprovação no início de janeiro de 2016²⁶.

²⁵ Site: <http://aplicacao.saude.gov.br/plataformabrasil/login.jsf>

²⁶ Número de aprovação CAAE: 49923515.3.0000.5404.

5 ESTUDO DE CASO

Este capítulo se dedica à apresentação da delimitação do campo de pesquisa, da descrição e análise do estudo de caso e das dinâmicas das aulas para as turmas “Controle” e “Lego” elaboradas para este trabalho.

5.1 Delimitação do campo de pesquisa

O Colégio Técnico e Industrial de Piracicaba (COTIP²⁷) faz parte da Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba (FUMEP), juntamente com a faculdade Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP) e o Centro de Educação Profissional de Piracicaba (CEPP) conforme ilustra a Figura 9.

Figura 9 - Instalações da FUMEP - COTIP



Fonte: <https://www.fumep.edu.br/cotip/>

Atualmente, o aluno pode escolher entre os cursos técnicos de Edificações, Eletroeletrônica, Informática, Mecânica ou Mecatrônica, todos com duração de 4 semestres. O colégio conta com um corpo discente de aproximadamente 226 alunos distribuídos entre os 5 cursos técnicos e com um corpo docente de 28 professores²⁸.

²⁷ Informações reproduzidas do *site* oficial: <https://www.fumep.edu.br/cotip/>

²⁸ Dados fornecidos pela secretaria do colégio que correspondem ao 2º semestre de 2016.

A pesquisa ocorreu durante as aulas das disciplinas de lógica de programação dos cursos de Mecatrônica e Eletroeletrônica, ministradas pela própria autora, com alunos do 1º semestre do curso. A carga horária total da atividade foi de 6 (seis) aulas, divididas em 2 aulas semanais, previstas no planejamento da disciplina e aprovada pelo coordenador dos cursos.

O estudo de caso aconteceu no primeiro semestre de 2016 com 45 (quarenta e cinco) alunos do 1º semestre dos cursos de Mecatrônica e Eletroeletrônica. Foram selecionadas duas turmas com perfis equivalentes para desenvolver o estudo de caso. A turma do 1º Semestre de Mecatrônica foi selecionada para ser a “Turma Lego” e a turma do 1º Semestre de Eletroeletrônica como “Turma Controle”, desenvolvendo o projeto em linguagem C.

O total da população observada foi do sexo masculino, porque as turmas eram formadas apenas por homens com faixa etária entre 16 (dezesesseis) e 35 (trinta e cinco) anos. Todas as turmas eram do período noturno. Para os alunos menores de 16 anos, foi pedido que o documento TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) fornecido pelo conselho de ética, fosse assinado pelos pais ou responsáveis.

5.2 Descrição e análise do caso

A relevância da disciplina de lógica de programação dentro do curso de Mecatrônica fica evidenciada pela lista de 6 (seis) disciplinas diretamente relacionadas a esta habilidade, presente em 3 (três) dos 4 (quatro) semestres do curso²⁹, conforme demonstra o Quadro 14.

²⁹ A lista completa das disciplinas pode ser encontrado no documento *Matriz Curricular* na página: <https://www.fumep.edu.br/cotip/ensino-medio-e-tecnicos/96-tecnico-mecatronica-matriz-curricular>.

Quadro 14 - Disciplinas relacionadas a lógica de programação

Semestre	Disciplina
1º	Lógica de Programação
2º	Linguagem de Programação I
3º	Tecnologia de Comunicação I Linguagem de Programação II
4º	Tecnologia da Comunicação II Microcontrolador Princípios da Robótica

Fonte: Produção da própria autora

No segundo semestre, a disciplina “Linguagem de Programação I” faz uso de todos os conceitos básicos vistos da disciplina de LP utilizando a linguagem de programação, Linguagem C, aprofundando nas estruturas e recursos da linguagem, treinando o aluno no desenvolvimento de programas para soluções de problemas na área de seu curso.

No terceiro semestre são 2 (duas) as disciplinas que utilizam os conceitos aprendidos em LP: a disciplina de “Tecnologia de Comunicação I”, utilizando a comunicação serial com Linguagem C, e a disciplina “Linguagem de Programação II”, abordando assuntos avançados da linguagem de programação.

Por fim, no quarto semestre, as 3 (três) disciplinas listadas fazem uso de todos os conceitos vistos em LP.

5.2.1 Dinâmica das aulas turma “Lego”

Foi escolhido a turma de mecatrônica para a aplicação das aulas com o *kit* de robótica LEGO®. A turma era composta de 28 (vinte e oito) alunos todos do sexo masculino com idade média de 22 (vinte e dois) anos, sendo que apenas 1 (um) aluno já tinha experiência anterior com o *kit* LEGO® *Mindstorms* NXT.

Foram usados 6 *kits*, sendo 5 do modelo NXT e 1 do modelo EV3, com a turma sendo dividida em 6 grupos.

O planejamento da disciplina foi montado pelo professor, que neste caso também é o pesquisador, da mesma forma que costuma fazer em semestre anteriores, exceto pela substituição das aulas de exercícios com aulas utilizando os *kits* robóticos. O Quadro 15 apresenta as etapas da pesquisa.

A Etapa 1 foi o momento para explicar aos alunos sobre a pesquisa que eles estariam participando e sobre sua não obrigatoriedade. Mesmo não sendo obrigatória a participação, todos os alunos aceitaram participar. Foi entregue uma versão do documento para que cada um pudesse ler e assinar.

Em um segundo momento, foi feita a aplicação do questionário avaliativo 1 (conforme Apêndice B) para uma avaliação inicial dos conhecimentos dos alunos sobre os assuntos de sequência lógica, estrutura de decisão e estrutura de repetição abordados em aulas anteriores na disciplina. O Questionário é composto por 5 (cinco) questões do tipo múltipla escolha, sendo de 3 (três) alternativas. As questões possuem um algoritmo para que a lógica de programação possa ser analisado pelo aluno.

A pesquisadora aplicou as UI desenvolvidas exclusivamente para esta pesquisa, aos alunos, seguindo o cronograma proposto e fazendo as observações a cada atividade desempenhada pelos grupos.

Na Etapa 4 foi apresentada uma proposta de projeto final baseada em necessidades de um ambiente real de trabalho, utilizando os princípios da PBL.

Após a encerramento do projeto final, foi aplicado o questionário avaliativo 2 (conforme Apêndice C), o qual aborda os mesmos assuntos do questionário 1, de uma forma remodelada, porém seguindo as mesmas características de análise de algoritmo e resposta de múltipla escolha.

Na Etapa 6, foi aplicado um último questionário no formato GQM (conforme Apêndice D) no qual os alunos foram indagados sobre suas percepções de aprendizado e motivação ao utilizarem o *kit* LEGO®.

Quadro 15 - Etapas da pesquisa - Turma Lego

Etapa	Atividade	Tempo Investido (aproximado)
1	Entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) ³⁰ para os alunos lerem e assinarem.	20 min
2	Aplicação de questionário avaliativo 1 para todos os alunos responderem.	30 min
3	Explicação da proposta de projeto final.	10 min
4	Desenvolvimento das aulas com o LEGO®.	3 horas e meia
5	Aplicação de questionário avaliativo 2 para todos os alunos responderem.	30 min
6	Aplicação de questionário GQM para todos os alunos responderem.	30 min
7	Análise e discussão dos resultados.	3 horas

Fonte: Produção da própria autora

Como resultado final da primeira aula, foi feito o robô com o sensor de toque que foi utilizado nas demais aulas como ilustra a Figura 10.

Figura 10 - Robô com sensor de toque



Fonte: Produção da própria autora.

³⁰ TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido desenvolvido com a aprovação do conselho de ética. O modelo do documento encontra-se no Apêndice A.

Na aula 2, os alunos fizeram a programação como ilustra a Figura 11. Nesta programação, o robô emitia um som e andava para frente. Nesta aula, também foi explicado o bloco *Display*, que permite escrever um texto ou desenhar uma figura escolhendo das opções disponíveis, no visor *Brick*. O bloco *Display* está ilustrado na Figura 12 seta (a). Durante a aula, os alunos se mostraram curiosos e faziam várias perguntas sobre as opções disponíveis para cada bloco de programação e utilizaram o tempo da aula para criar programações com várias combinações e configurações diferentes.

Figura 11 - Programação - Aula 2

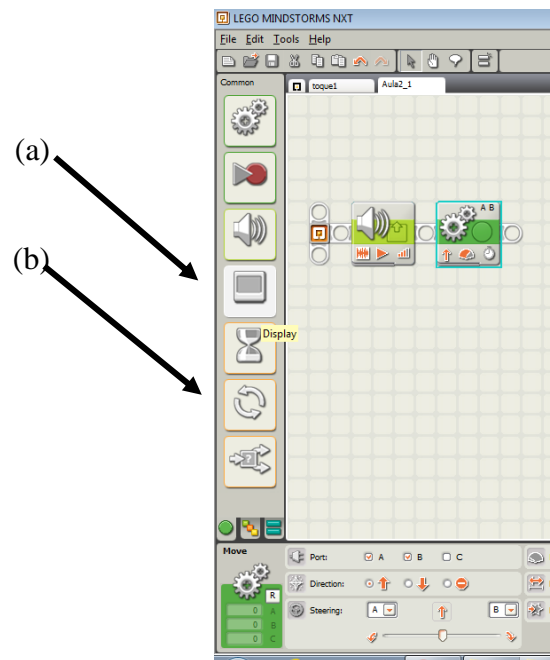


Fonte: Produção da própria autora

Na aula 3 foi ensinado o bloco de repetição *Loop* como ilustrado na Figura 12 (apontado pela seta (b)). Para o bloco *Loop*, foram utilizadas as opções de repetir uma quantidade fixa de vezes escolhendo o item *Count* e a repetição infinita, escolhendo o item *Forever*. Desta forma, os alunos puderam perceber a diferença de uma repetição definida e uma repetição com *Loop* Infinito na qual o robô somente para de executar os comandos com a interrupção no botão do *Brick*. Um exemplo de programação com repetição fixa de 3 (três) vezes está ilustrado na Figura 13. Nesta programação, o primeiro bloco faz o robô andar por 3 segundos, o segundo faz um giro para o lado do motor b durante o tempo de uma rotação e o terceiro bloco faz andar para frente por dois segundos.

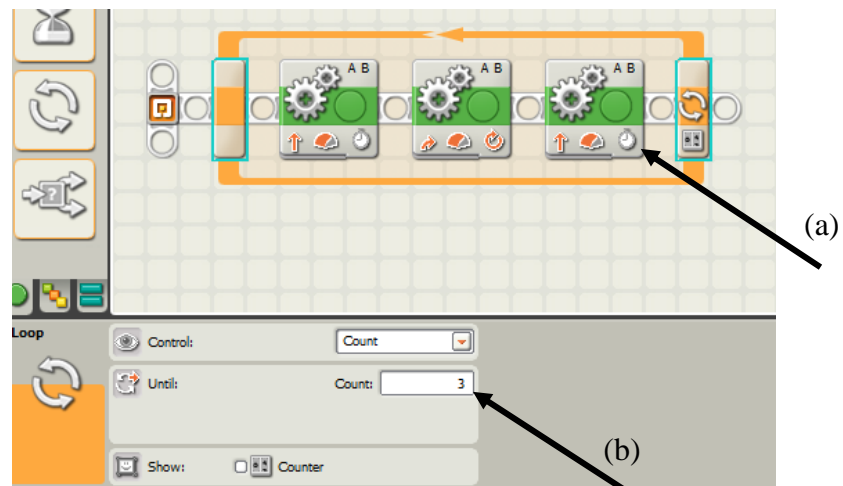
A configuração do tempo que o robô anda pode ser percebida pelo desenho de um relógio conforme a indicação pela seta (a), na Figura 13, e a quantidade de repetições está indicada na caixa *Count*, destacada pela seta (b).

Figura 12 - Blocos de Comandos



Fonte: Produção da própria autora.

Figura 13 - Programação com Repetição



Fonte: Produção da própria autora.

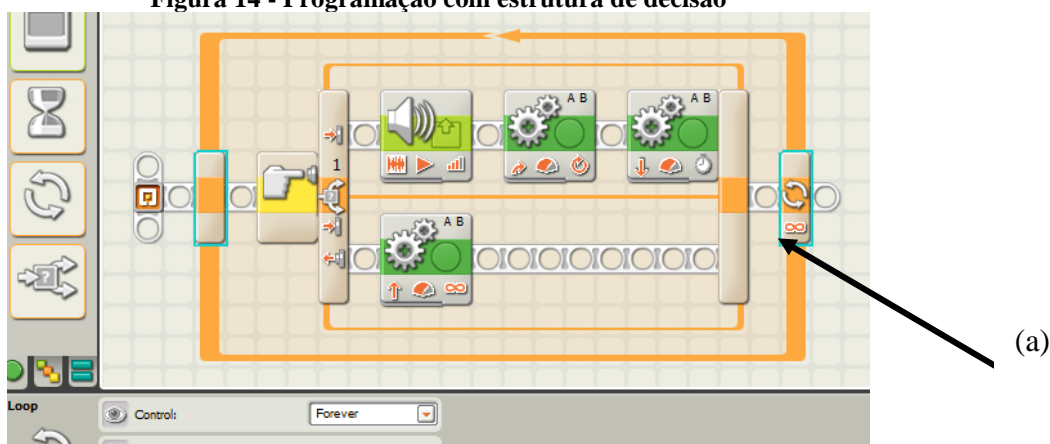
O objetivo da aula 4 foi ensinar o bloco *Switch* que faz alusão ao comando Se/Senão da lógica de programação. Com este bloco, a programação a ser executada quando a opção *Pressed* (botão pressionado) for verdadeira deve ser colocada na parte de cima do bloco e a programação para a opção falsa deve ser colocada na parte de baixo do bloco e, preferencialmente, dentro de

um *Loop* de repetição para que seja possível ver seu funcionamento. Principalmente por esta particularidade, foi escolhido ensinar a estrutura de repetição antes da estrutura de decisão.

O exemplo usado em aula é o ilustrado na Figura 14. A opção da repetição infinita é representada na programação pelo símbolo de infinito, conforme indicação da seta na Figura 14. Nesta aula foi deixado um tempo para que cada grupo fizesse a programação para a resolução do problema proposto na aula 1.

Os alunos se mostraram muito entusiasmados e engajados para o cumprimento da tarefa. Ao final da aula, foi passado o questionário 1 e o questionário GQM. Foi percebido uma empolgação e ansiedade para o início das aulas com o LEGO®: em aulas anteriores alguns alunos perguntavam quando iria começar e se haveriam realmente as aulas. Durante as aulas, os alunos se mostraram muito curiosos, com muitas perguntas, e ansiosos para iniciar a programação e ver o robô funcionar.

Figura 14 - Programação com estrutura de decisão



Fonte: Produção da própria autora.

Nas quatro aulas sempre ficaram alguns alunos depois do horário de encerramento, para terminar ou testar alguma programação. A Figura 15 ilustra a turma na última aula.

Figura 15 - Turma Mecatrônica - Aula LEGO



Fonte: Produção da própria autora.

Utilizando os princípios da PBL, foi passado aos alunos um problema para o qual eles teriam que construir uma solução. Esta solução deveria ser apresentada na última aula. O problema era a necessidade de ter um robô de simulação de vigilância, que teria que percorrer um percurso até uma porta e, ao bater na porta, teria que girar e voltar percorrendo o mesmo trajeto até chegar ao ponto inicial do percurso. Foi explicado aos alunos que o robô deveria ser montado com as opções necessárias para resolver o problema, inclusive com os sensores necessários.

5.2.2 Dinâmicas das aulas turma “Controle”

Na “turma Controle” não foram utilizados *kits* de robótica, mas similarmente a turma Lego, a resolução de problemas foi uma atividade central, utilizando os princípios da PBL. Esta disciplina ensinada desta maneira será usada como forma de análise e comparação com a turma que utilizou o *kit* de robótica.

As etapas 1 e 2 funcionaram de forma igual, com o mesmo termo TCLE e mesmo questionário (Apêndice B). Já na etapa 3 do Quadro 16, o desenvolvimento das aulas foi

basicamente utilizando a linguagem C como linguagem de programação e a cada aula os grupos programavam uma parte do projeto final (etapa 4). As etapas 5 e 6 foram as mesmas do Quadro 15, exceto pelas questões da etapa 6 que sofreram algumas alterações para se adaptar ao contexto das aulas (Apêndice E). As análises e discussão dos resultados foram realizados na etapa 7.

Os indicadores analisados, conforme Quadro 16, foram os mesmos utilizados para a “Turma Lego”.

Quadro 16 - Etapas da pesquisa - Turma Controle

Etapa	Atividade	Tempo Investido (aproximado)
1	Entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os alunos lerem e assinarem.	20 min
2	Aplicação de questionário avaliativo 1 para todos os alunos responderem.	30 min
3	Desenvolvimento das aulas com projeto proposto.	10 min
4	Proposta de projeto final	3 horas e meia
5	Aplicação de questionário avaliativo 2 para todo os alunos responderem.	30 min
6	Aplicação de questionário GQM para todos os alunos responderem.	30 min
7	Análise e discussão dos resultados.	3 horas

Fonte: Produção da própria autora.

Esta turma foi formada de alunos do 1º Semestre do curso de Eletroeletrônica cursando a disciplina de Linguagem de Programação I. Apesar do nome ser diferente, o conteúdo da disciplina, conforme ementa do Quadro 17, é o mesmo da disciplina de LP do curso de Mecatrônica.

Os documentos completos com as ementas de todas as disciplinas dos cursos de Mecatrônica e Eletroeletrônica encontram-se nos Anexos A e B respectivamente.

Quadro 17 - Ementa da disciplina de Linguagem de Programação I - Curso de Eletroeletrônica

Disciplina	Ementa
Linguagem de Programação I	Introdução a lógica; Entrada - Processamento - Saída; Algoritmo; Variáveis e Constantes; Comandos LER e ESCREVER; Comando SE (Condicional); Símbolos de Comparação; Operadores Lógicos (AND e OR); Condicionais compostas; Estruturas de Repetição (Definida e indefinida). Introdução a Linguagem C; Estrutura básica de um programa; Variáveis - int e float; Comandos PRINTF e SCANF; Criação de programas com entrada, processamento e saída; Comando IF/ELSE.

Fonte: Documentos da Coordenação do Colégio Cotip.

Esta turma contava com um total de 12 (doze) alunos, todos do sexo masculino, e com idade média de 24 (vinte e quatro) anos. A turma foi dividida em 4 (quatro) grupos de 6 alunos cada.

Para esta turma, os assuntos ensinados foram os mesmos da turma “LEGO”, também explorando o mesmo recurso de criação de Algoritmos. Alternativamente à atividade com o robô, foi elaborada uma atividade baseada nos princípios da PBL para a elaboração de um programa escrito em linguagem C.

O conteúdo de linguagem C foi ensinado paralelamente ao conteúdo de lógica, conforme a necessidade de cada grupo. O problema proposto para os alunos era o de criar um programa para auxiliar nos cálculos das aulas de Eletricidade ou Eletrônica Geral I, porém, deixando os grupos livres para criar um programa para alguma solução relacionado ao seu local de trabalho. Com isso, dois grupos optaram por desenvolver um sistema pensando nas necessidades encontradas no dia-a-dia de seus respectivos locais de trabalho.

Todo o conteúdo da disciplina foi ensinado através do uso de Algoritmos³¹ textuais para explicação e resolução de exemplos. Com este recurso, a abordagem dos assuntos é feita de forma teórica e ilustrativa. No Quadro 18, o Algoritmo é utilizado para ensinar o conceito de entrada, processamento e saída, com manipulação de variáveis. Com este exemplo, o aluno pode entender o conceito de Estrutura Sequencial, que é a forma como os comandos são executados conforme a ordem que aparecem e que a troca da ordem dos comandos pode ocasionar erros em tempo de execução ou no valor do resultado final.

³¹ Algoritmo: Uma maneira de resolver um problema de forma procedural a partir de padrões e regras.

Quadro 18 - Exemplo de Algoritmo

```
Algoritmo Calcula_Media
Declare N1, N2, MEDIA : Real;
Início
    Leia N1, N2;
    MEDIA ← (N1 + N2) / 2;
    Escreva “A média é:”, MEDIA;
Fim
```

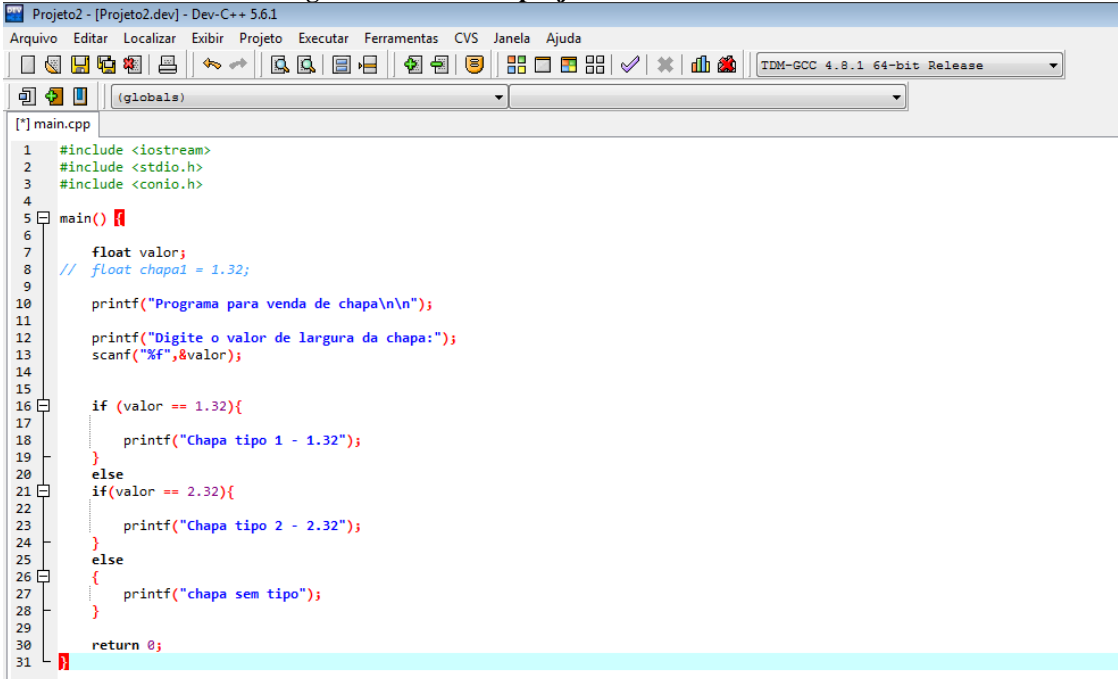
Fonte: Produção da própria autora.

Alguns grupos tiveram dificuldades em delimitar o projeto, definindo muitas funcionalidades para o produto de *software* não condizentes com o tempo disponível, havendo a necessidade de reorganização dos objetivos e diminuição das funções.

Todos os grupos conseguiram realizar o objetivo de criar um produto de *software* e foi notado grande interesse em cada aula para a efetividade das tarefas. Cada grupo se dividiu entre desenvolvedores e projetistas, sendo alguns incumbidos de desenhar o algoritmo do projeto e outros em implementá-lo em linguagem C.

Alguns grupos mostraram interesse em colocar mais funcionalidade e aumentar a abrangência de funcionalidades do produto de *software* que infelizmente não foi possível pelo fator tempo.

Durante as aulas os alunos se mostraram motivados e envolvidos para o desenvolvimento do projeto. A cada aula, uma nova parte era desenvolvida e adicionada ao código. A Figura 16 ilustra a parte inicial do projeto de um dos grupos da turma.

Figura 16 - Parte do projeto - Turma "Controle"

The image shows a screenshot of the Dev-C++ IDE interface. The title bar reads "Projeto2 - [Projeto2.dev] - Dev-C++ 5.6.1". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Localizar", "Exibir", "Projeto", "Executar", "Ferramentas", "CVS", "Janela", and "Ajuda". The toolbar contains various icons for file operations, execution, and debugging. The compiler selection dropdown shows "TDM-GCC 4.8.1 64-bit Release". The file explorer on the left shows the project structure with "main.cpp" selected. The main editor window displays the following C++ code:

```
1  #include <iostream>
2  #include <stdio.h>
3  #include <conio.h>
4
5  main()
6  {
7      float valor;
8      // float chapa1 = 1.32;
9
10     printf("Programa para venda de chapa\n\n");
11
12     printf("Digite o valor de largura da chapa:");
13     scanf("%f", &valor);
14
15
16     if (valor == 1.32){
17         printf("Chapa tipo 1 - 1.32");
18     }
19     else
20     if(valor == 2.32){
21         printf("Chapa tipo 2 - 2.32");
22     }
23     else
24     {
25         printf("chapa sem tipo");
26     }
27
28     return 0;
29 }
30
31
```

Fonte: Autoria dos alunos da turma de eletroeletrônica.

6 RESULTADOS

As respostas dos questionários foram organizadas em planilhas eletrônicas e analisadas com o uso do *software* de estatística Minitab³². Para representação gráfica dos dados, foram utilizados gráficos boxplots³³ (gráfico de caixa). O boxplot representa o primeiro e terceiro quartil (Q)³⁴ e a mediana. Este tipo de gráfico é utilizado para avaliar a distribuição empírica dos dados ou para simples comparação visual entre dois ou mais grupos, podendo comparar a variabilidade ($Q3 - Q1$) ou a mediana dos dados. Foi feita uma comparação dos acertos do questionário avaliativo com as respostas do questionário GQM.

Foram conduzidas dinâmicas com uma turma usando Lego e outra de Controle, que, a princípio, foram escolhidas por ser equivalentes: primeiro semestre do curso e mesma disciplina, de cursos diferentes, embora bastante afins (eletroeletrônica e mecatrônica). No entanto, quando comparou-se a quantidade de acertos da Avaliação 1, feita antes das aulas, a diferença foi muito significativa (média de acertos de 1,1 para a turma de controle e de 3,4 para turma Lego, para o mesmo questionário). Desta forma, foi descartada a comparação entre as turmas com relação a desempenho, sendo analisada apenas a turma de Lego nesse sentido. Mas foi feita uma comparação com relação à percepção dos alunos entre as duas turmas. Essas análises são apresentadas em mais detalhe nas próximas seções.

6.1 Análise dos resultados da turma Lego

Para a turma, foram feitos dois conjuntos de análise. O primeiro focou nos resultados das avaliações (1 e 2). O segundo buscou correlações entre os resultados das avaliações e a percepção dos alunos (GQM). Esses conjuntos de análises estão detalhados nas próximas subseções.

³² Site: <https://www.minitab.com/pt-br/>

³³ Site: <http://www.portalection.com.br/estatistica-basica/31-boxplot>

³⁴ São valores dados a partir do conjunto de observações ordenado em ordem crescente, que dividem a distribuição em quatro partes iguais. O primeiro quartil, Q1, é o número que deixa 25% das observações abaixo e 75% acima, enquanto que o terceiro quartil, Q3, deixa 75% das observações abaixo e 25% acima. Já Q2 é a mediana, deixa 50% das observações abaixo e 50% das observações acima.

6.1.1. Análise dos resultados das avaliações

Comparando o número de acertos antes e depois das aulas, a média foi de 3,4 para 3,6, o que é uma melhoria não muito significativa. Entre os 29 que responderam, 8 pioraram após as aulas, 11 melhoraram e os outros tiveram mesmo resultado. Entre os que tiveram piores notas na avaliação 1 (5 tiraram 0 ou 2), todos melhoraram.

A tabela 2 apresenta os dados numéricos da porcentagem de acertos dos questionários 1 e 2 da turma Lego.

Tabela 2 - Dados relativos à Turma Lego da Porcentagem de Acertos (% de acertos) dos Questionários 1 e 2, Avaliação 2 (número de acertos), Melhoria (melhoria em número de acertos entre o Questionário 1 e 2) e respostas dadas aos questionários GQM1 a GQM6.

Aluno	% de acertos Q1	% de acertos Q2	Avaliação 2	Melhoria	GQM1	GQM2	GQM3	GQM4	GQM5	GQM6
1	80	80	4	0,00	3	4	4	4	4	3
2	100	100	5	0,00	4	2	2	4	5	5
3	100	100	5	0,00	5	3	3	5	3	5
4	60	80	4	0,33	5	4	4	5	5	5
5	60	80	4	0,33	3	2	1	5	4	4
6	60	60	3	0,00	4	3	3	5	5	5
7	100	60	3	-0,40	4	4	4	4	4	5
8	40	60	3	0,50	-	-	-	-	-	-
9	0	60	3	1,00	5	5	5	5	5	2
10	80	80	4	0,00	4	2	2	3	4	4
11	60	100	5	0,67	2	3	3	5	5	5
12	40	60	3	0,50	2	3	4	2	3	5
13	100	100	5	0,00	4	4	3	5	4	5
14	80	60	3	-0,25	4	1	1	5	5	5
15	80	80	4	0,00	4	2	2	5	2	5
16	60	60	3	0,00	5	1	2	5	5	5
17	40	80	4	1,00	5	4	5	4	5	4
18	60	100	5	0,67	4	2	3	5	5	5
19	40	60	3	0,50	3	3	3	3	3	3
20	60	40	2	-0,33	3	2	2	5	2	2
21	80	60	3	-0,25	3	2	4	5	5	5
22	60	60	3	0,00	3	3	3	3	3	3
23	100	80	4	-0,20	5	2	2	4	5	5
24	60	40	2	-0,33	4	2	2	5	3	4
25	60	80	4	0,33	4	3	3	4	4	5
26	80	100	5	0,25	5	3	2	5	1	5
27	80	80	4	0,00	2	3	4	2	5	2
28	80	60	3	-0,25	3	2	2	4	4	3
29	60	40	2	-0,33	5	5	5	5	5	1

cada resposta do GQM1 não serem diferentes (valor $P=0,306$) em uma análise do tipo Anova conduzida em Minitab 14. Ou seja, não é estatisticamente comprovado que há diferença de resultado de acordo com a percepção dos alunos. A Figura 18 apresenta o resultado da análise no Minitab;

3. Ainda com base na Tabela 2, pode-se dizer que a percepção dos alunos não tem correlação estatisticamente comprovada com o conhecimento prévio dos alunos. Com relação a percepção dos alunos relacionada com os resultados da primeira avaliação, pode-se dizer, com um nível de confiança de 95%, que há uma probabilidade de 38,8% dos resultados obtidos para cada resposta do GQM1 não serem diferentes (valor $P=0,388$) em uma análise do tipo Anova conduzida em Minitab 14. Ou seja, não é estatisticamente comprovado que há relação entre o conhecimento prévio e a percepção dos alunos. A Figura 19 apresenta o resultado da análise no Minitab.

A Tabela 2 apresentam os dados da porcentagem de acertos dos Questionários 1 e 2, acertos da Avaliação 2, a Melhoria entre os questionários e as respostas do GQM1 até o GQM6 referentes a turma Lego.

Figura 18 - Análise Anova conduzida entre os resultados da Melhoria e GQM1

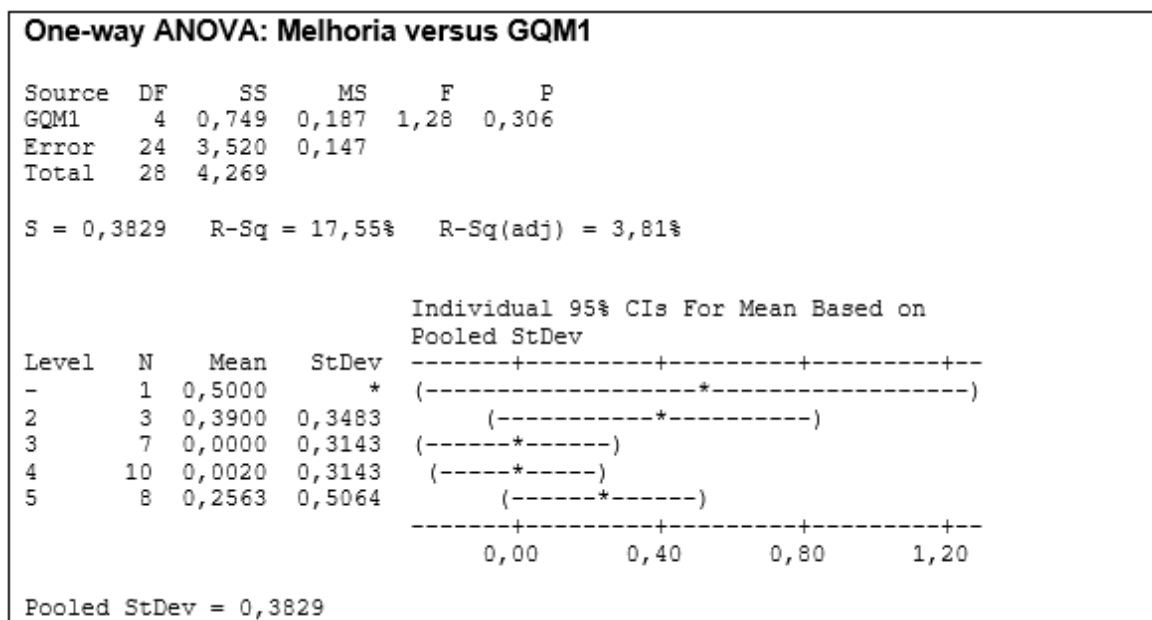


Figura 19 - Análise Anova conduzida entre os resultados do questionário 1 e GQM1

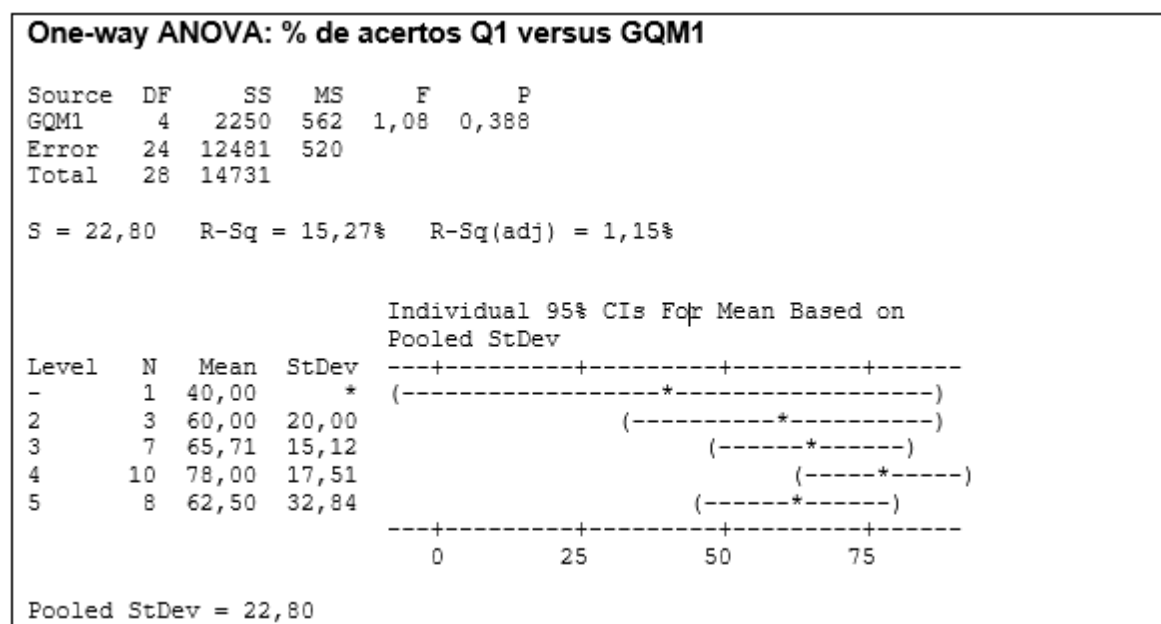
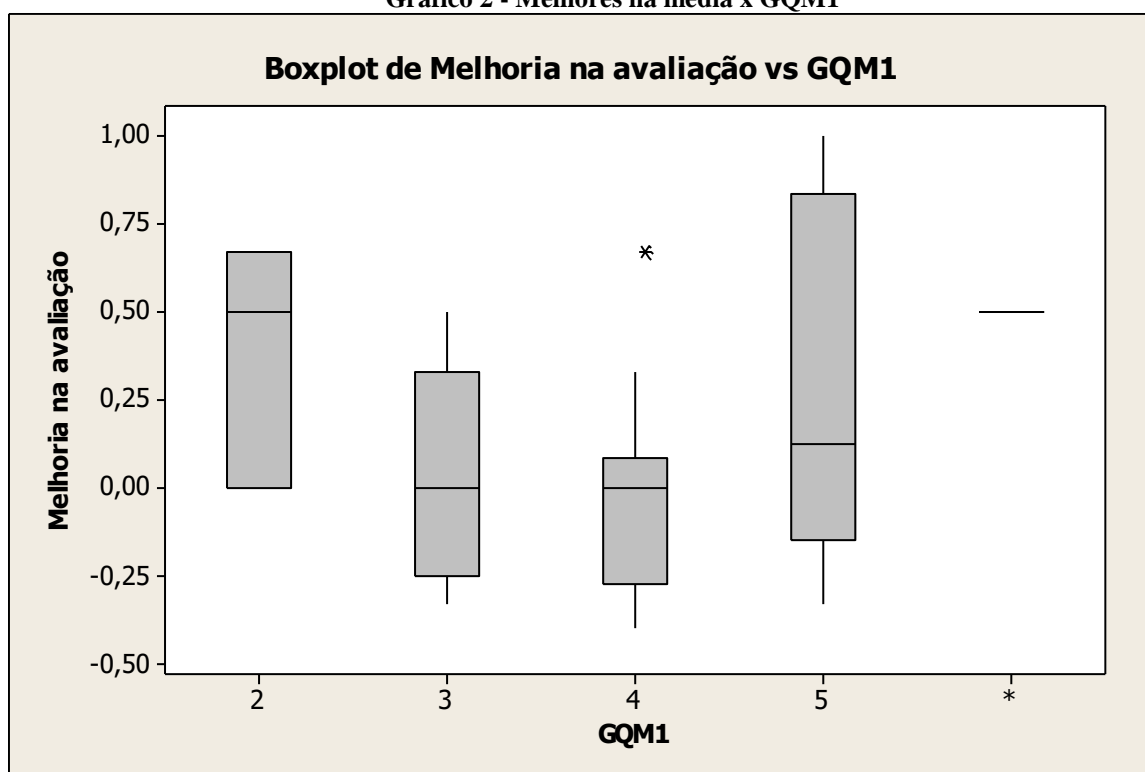
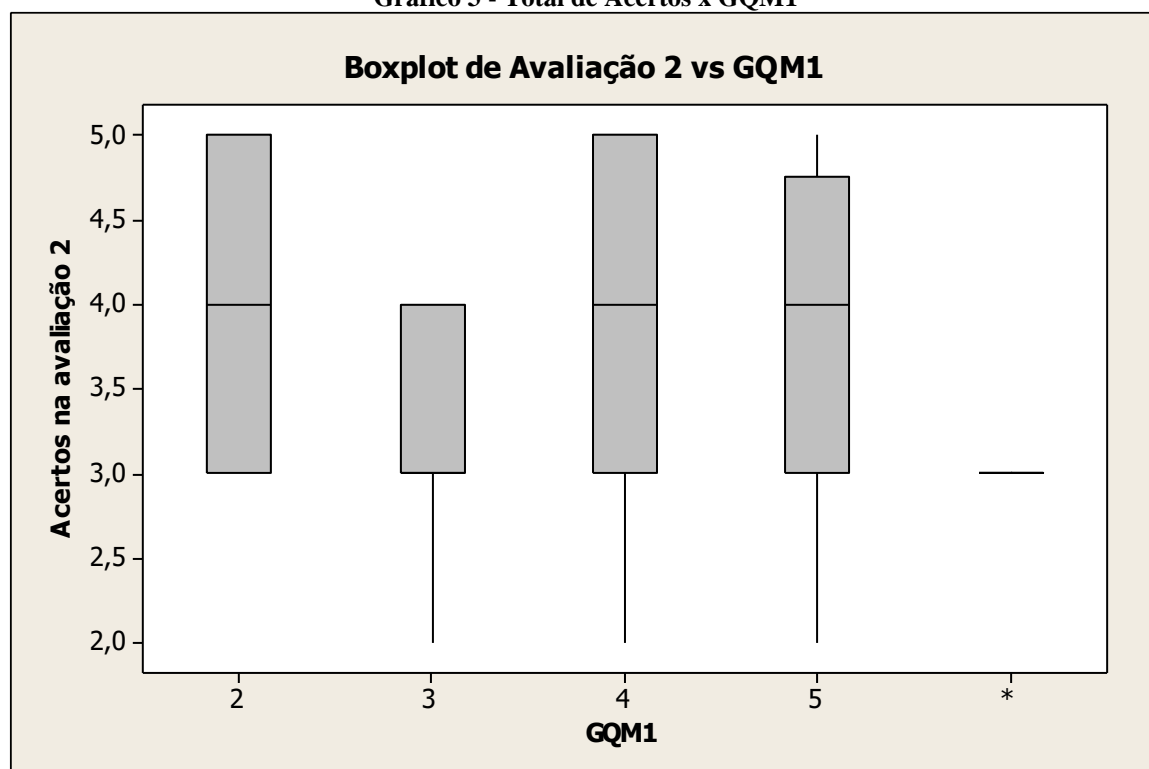


Gráfico 2 - Melhores na média x GQM1



A Tabela 2 contém os dados da Avaliação 2 e as respostas à pergunta de GQM1 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 3.

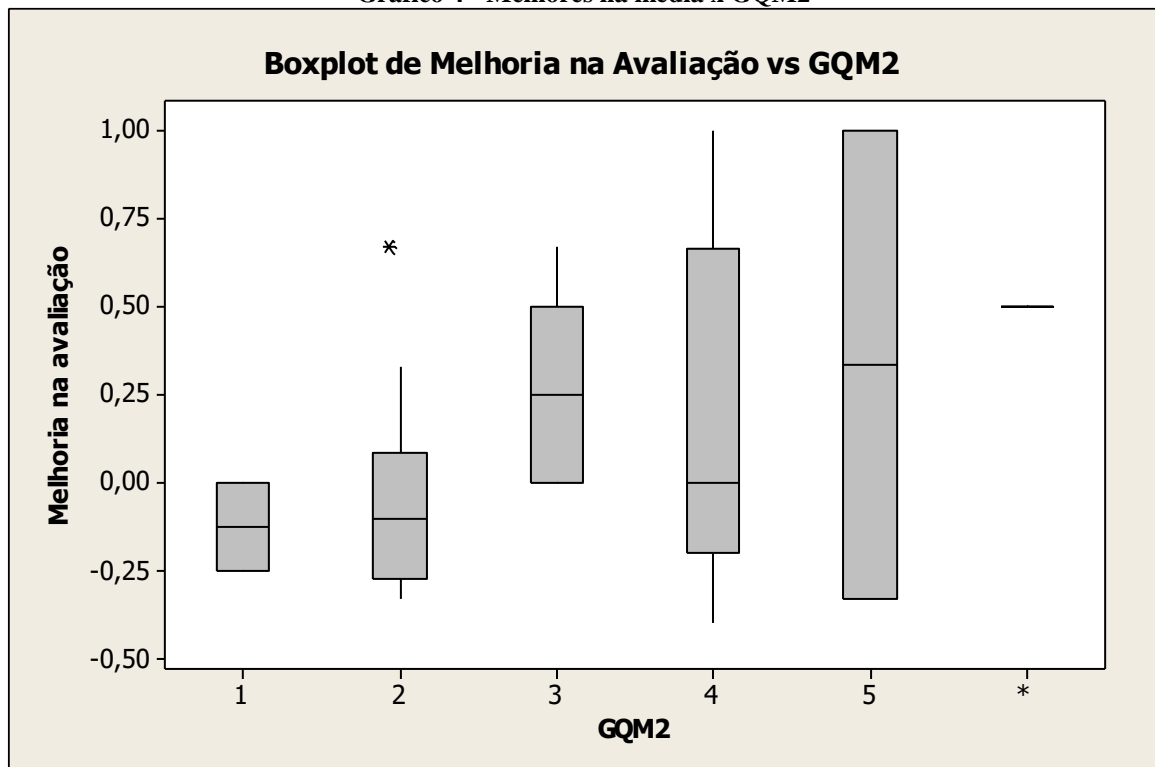
Gráfico 3 - Total de Acertos x GQM1



Com relação à pergunta 2 do GQM: “*Quanto você achou difícil de programar as atividades propostas para o LEGO?*”, os alunos que indicaram nível 5 (muito difícil) foram os que tiveram piores notas ao final, mas os que mais melhoraram entre as duas avaliações. Esse resultado pode ser um indicador de que foi efetivo o uso de LEGO® para o aprendizado. Os Gráficos 4 e 5 exibem os dados desta análise.

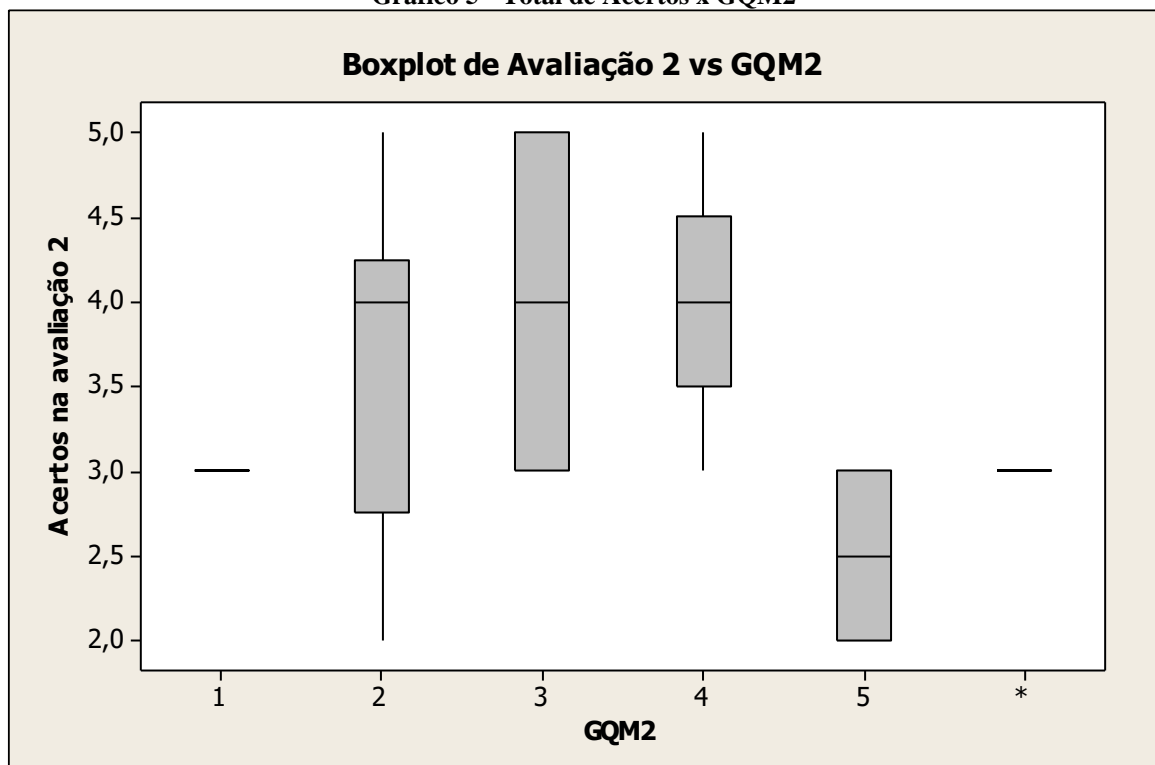
A Tabela 2 contém os dados de melhoria da nota em relação aos questionários aplicados e as respostas à pergunta do GQM2 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Melhores na média x GQM2



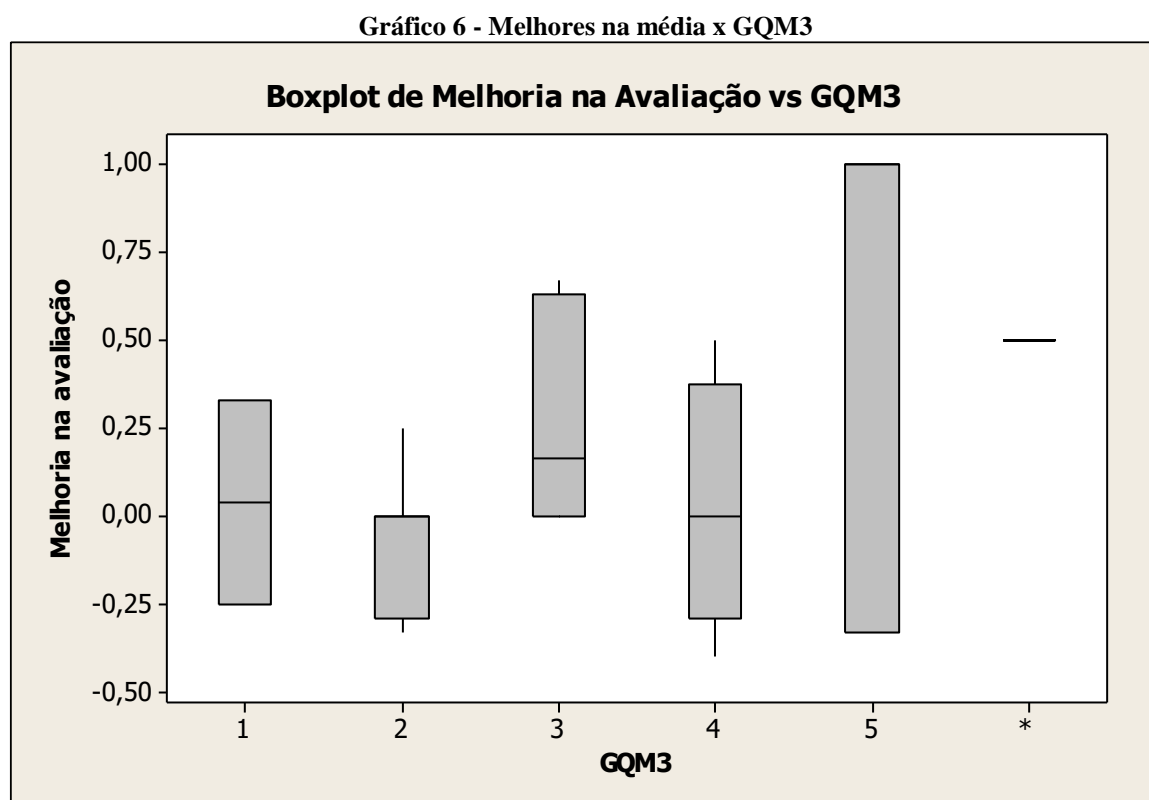
A Tabela 2 contém os dados da Avaliação 2 e as respostas à pergunta de GQM2 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 5.

Gráfico 5 - Total de Acertos x GQM2



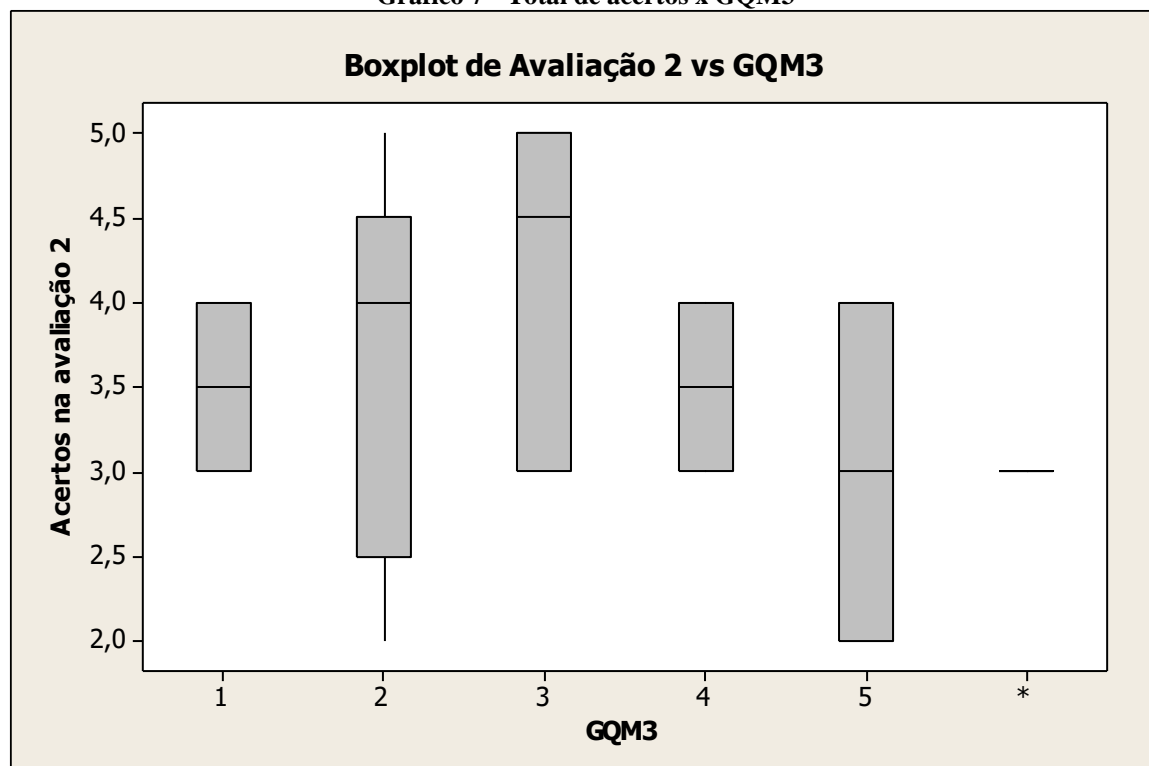
Analisando as respostas à pergunta GQM 3: “*Quanto você achou difícil de relacionar as ferramentas do software em relação aos assuntos de lógica de programação?*”, estas tiveram uma consistência com a análise relacionada à GQM 2: os que mais melhoraram foram os que acharam mais difícil, embora tenham tido resultados piores que os outros. Os Gráfico 6 e Gráfico 7 exibem os dados desta análise.

A Tabela 2 contém os dados de melhoria da nota em relação aos questionários aplicados e as respostas à pergunta do GQM3 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 6.



A Tabela 2 contém os dados da Avaliação 2 e as respostas à pergunta de GQM3 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 7.

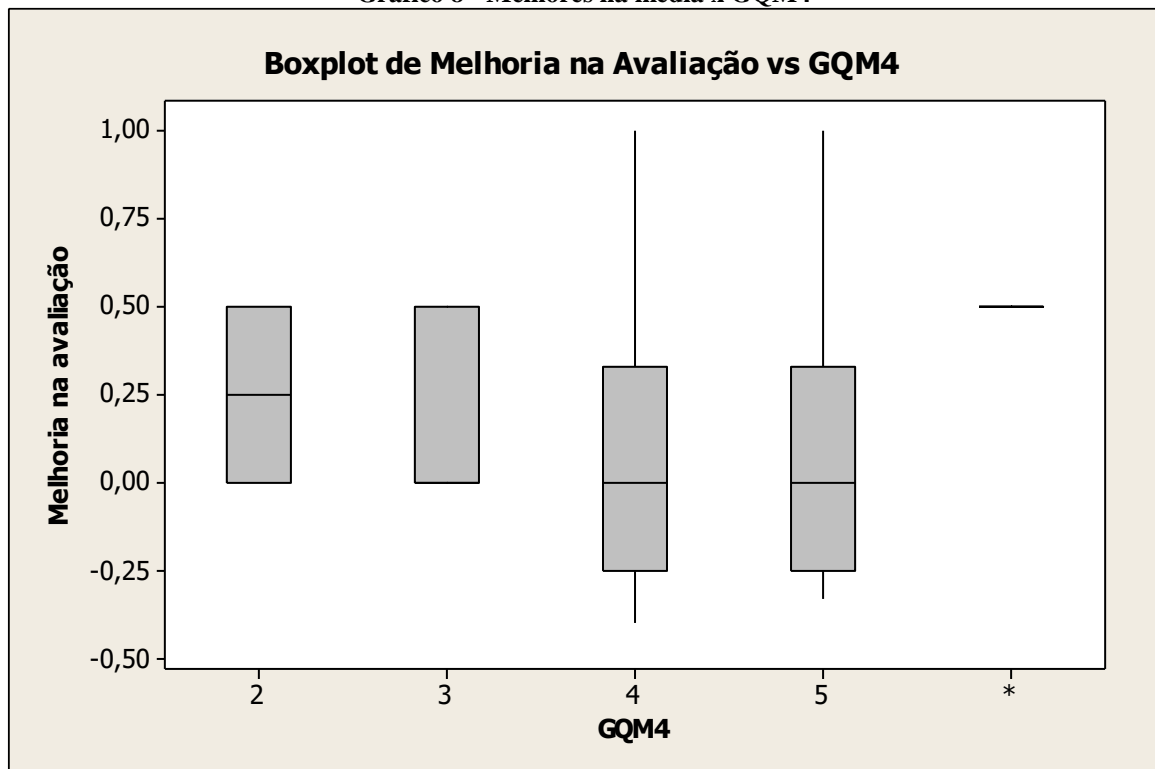
Gráfico 7 - Total de acertos x GQM3



Para a pergunta GQM4: “*Quanto o processo de criar programas para o robô LEGO despertou seu interesse?*” o resultado tanto com relação à nota final quanto com relação a melhoria entre as duas avaliações não mostra diferença clara entre as diferentes respostas. Os três alunos que tiveram o pior desempenho (2) para a avaliação final, pioraram em relação a primeira avaliação (3), mas indicaram nível 5 para essa questão.

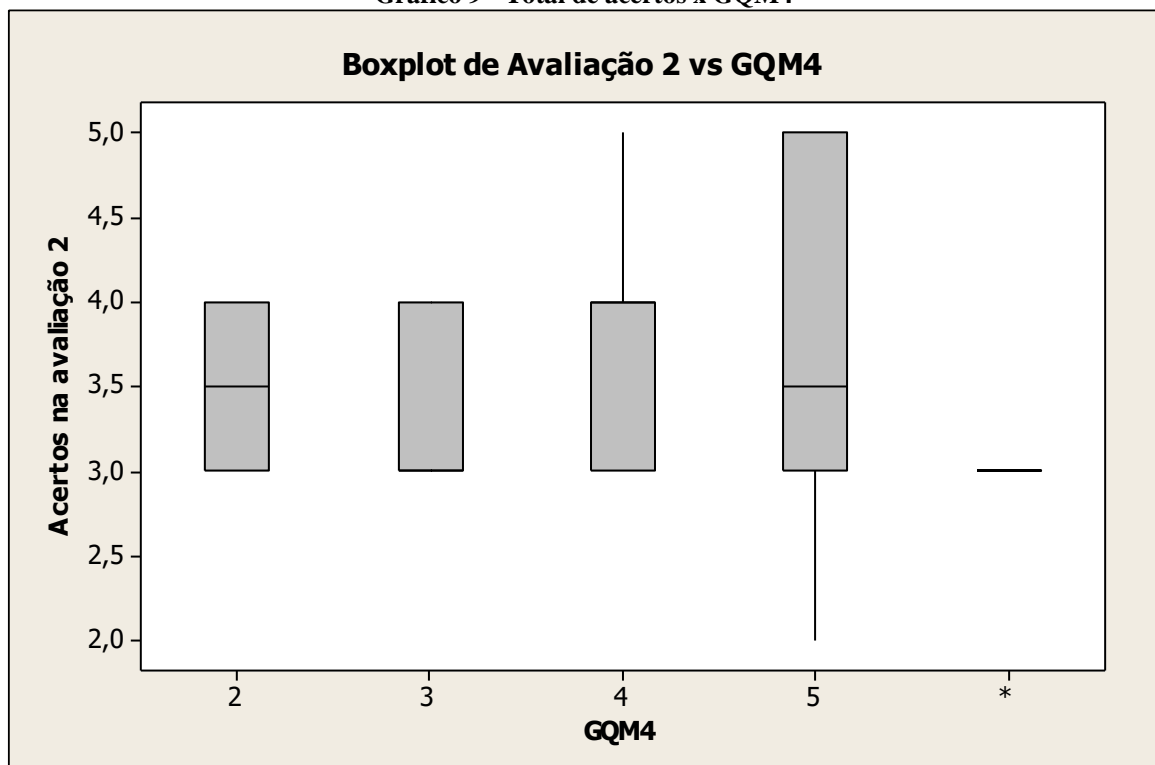
A Tabela 2 contém os dados de melhoria da nota em relação aos questionários aplicados e as respostas à pergunta do GQM4 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 8.

Gráfico 8 - Melhores na média x GQM4



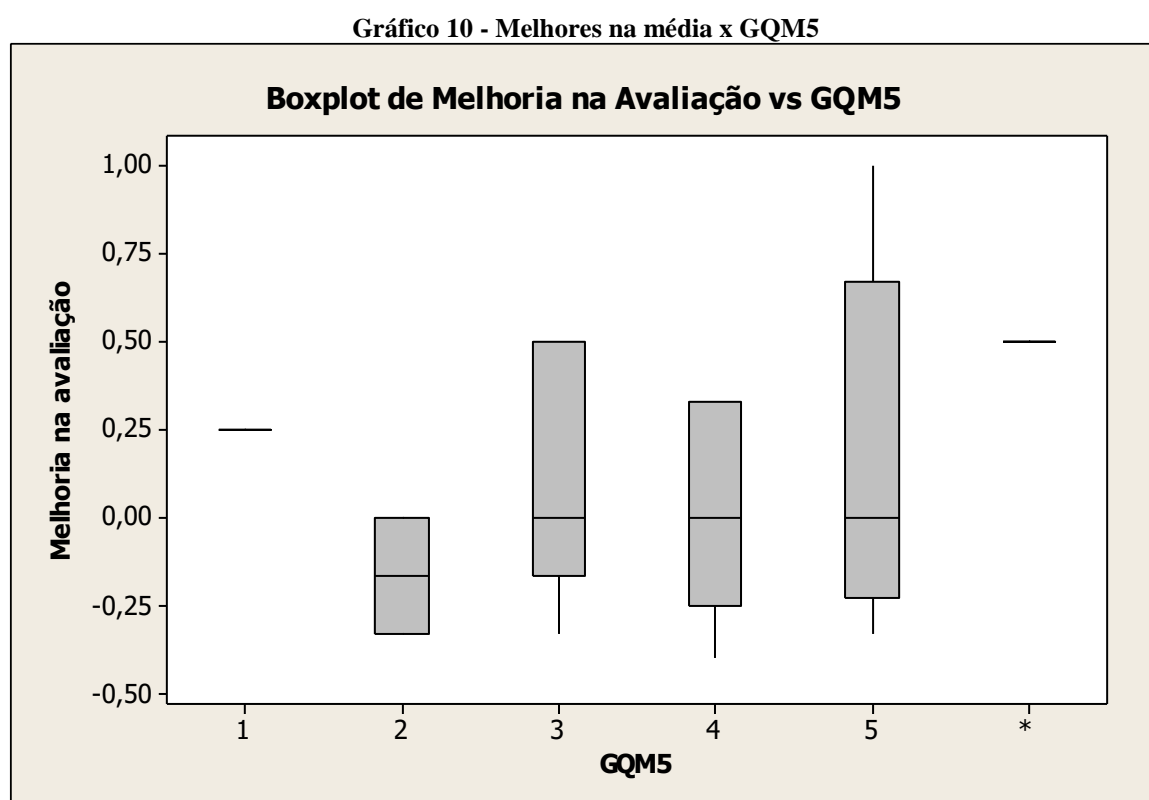
A Tabela 2 contém os dados da Avaliação 2 e as respostas à pergunta de GQM4 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 9.

Gráfico 9 - Total de acertos x GQM4



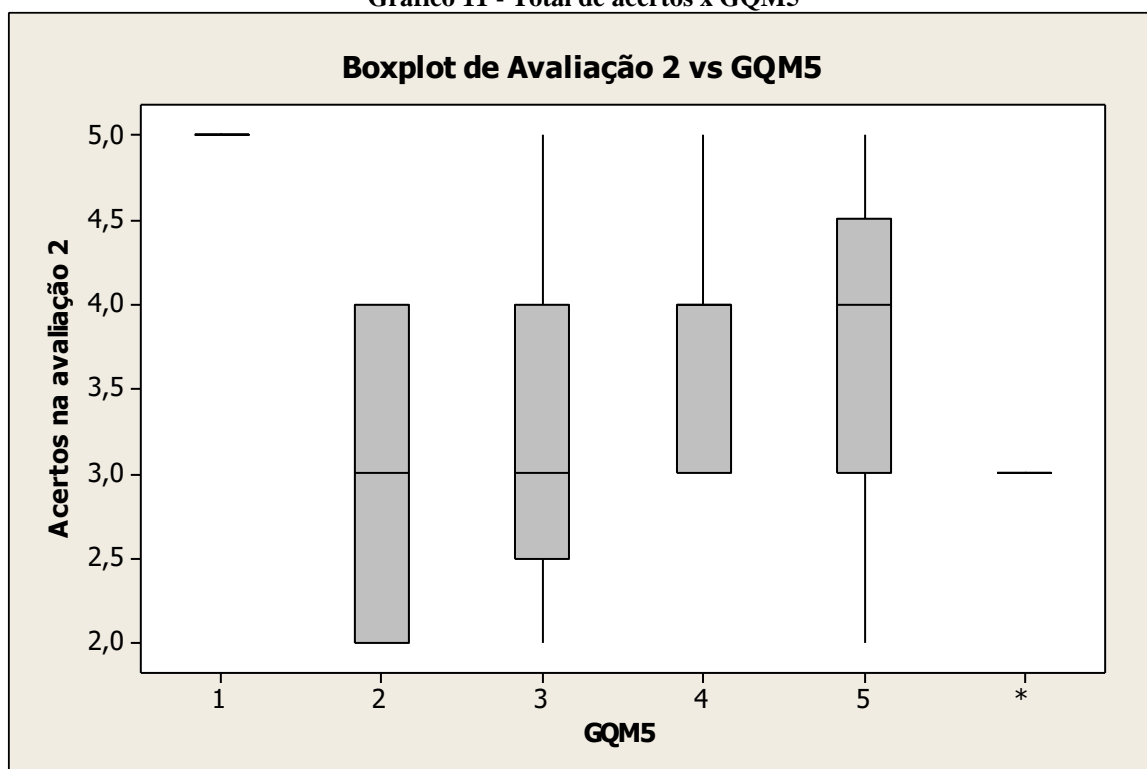
Com relação à quinta questão GQM: “*O Software de programação do LEGO foi para você de fácil entendimento para usar?*”, os alunos que mais melhoraram estão no grupo que respondeu 5 e foi o grupo com melhor desempenho em média no questionário final que avalia os conhecimentos de LP. O Gráfico 10 e o Gráfico 11 ilustram a análise.

A Tabela 2 contém os dados de melhoria da nota em relação aos questionários aplicados e as respostas à pergunta do GQM5 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 10.



A Tabela 2 contém os dados da Avaliação 2 e as respostas à pergunta de GQM5 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 11.

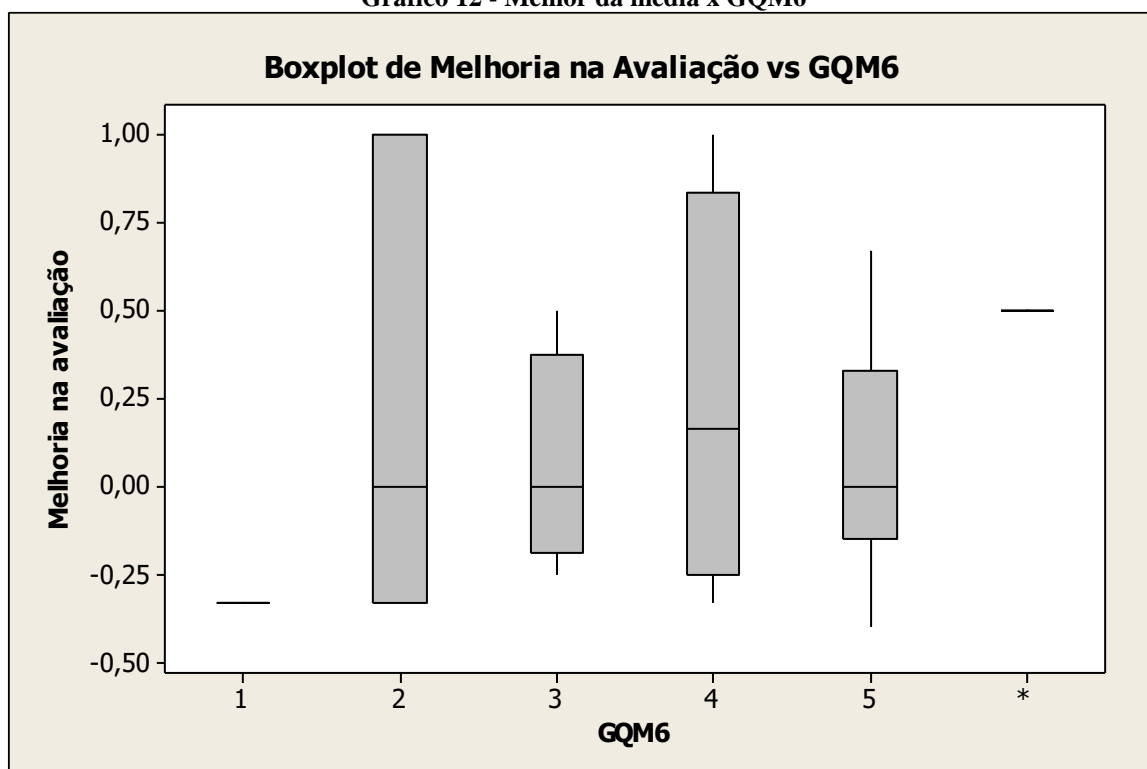
Gráfico 11 - Total de acertos x GQM5



Por fim, com relação a questão GQM 6: “*Você acredita que o Software de programação LEGO® despertou em você mais vontade de criar programas?*”, não há uma clara correlação. Mas os que tiveram melhor resultado, são os que responderam 5, conforme ilustram o Gráfico 12 e Gráfico 13.

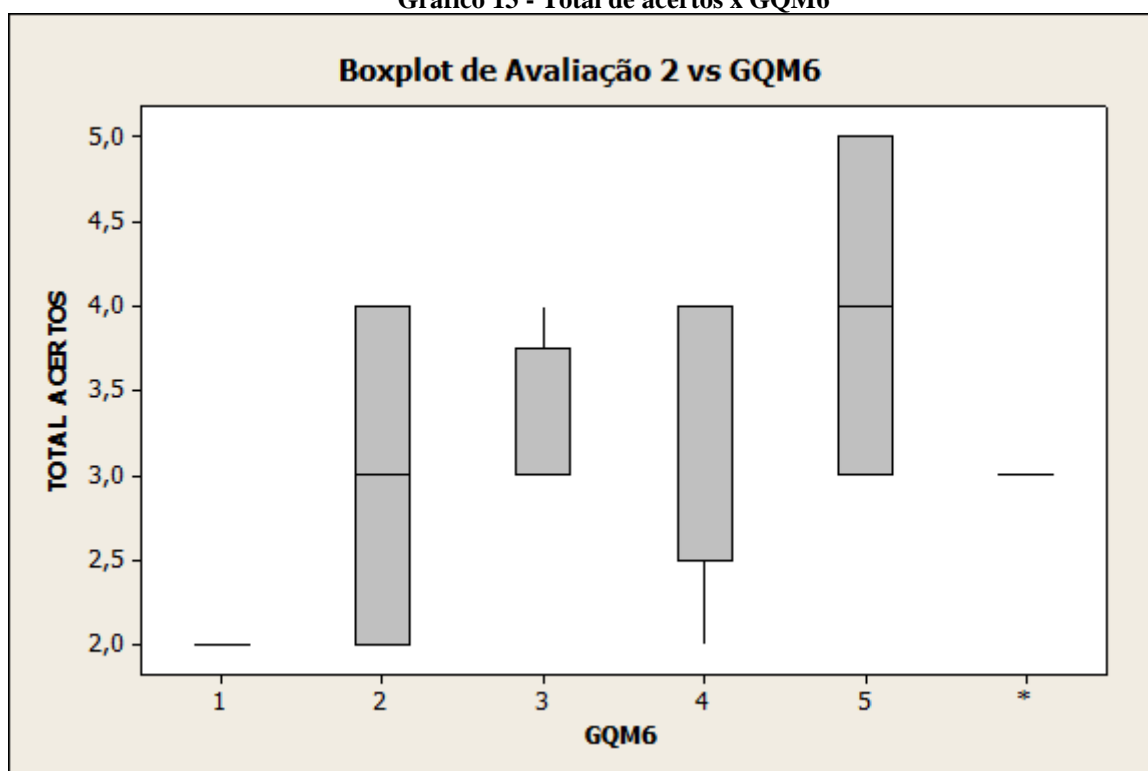
A Tabela 2 contém os dados de melhoria da nota em relação aos questionários aplicados e as respostas à pergunta do GQM6 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 12.

Gráfico 12 - Melhor da média x GQM6



A Tabela 2 contém os dados da Avaliação 2 e as respostas à pergunta de GQM6 dos alunos. Esses dados embasaram o Gráfico 13.

Gráfico 13 - Total de acertos x GQM6



6.2 Análise comparativa entre as duas turmas para a percepção

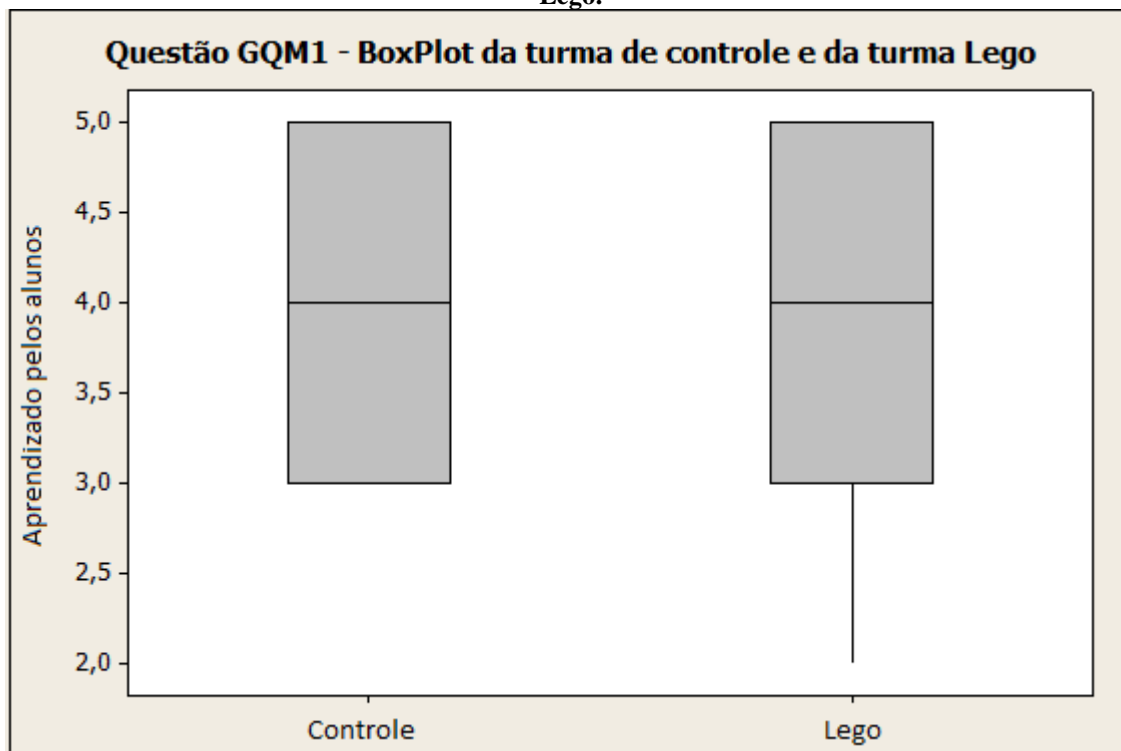
A média de percepção de nível de aprendizado ("quanto conseguiu aprender") para as turmas de Controle e Lego foram, respectivamente, de 4 e 3,8, ou seja, em média os alunos consideraram que aprenderam um pouco menos com Lego. Quando se olha para a distribuição das notas, conforme Gráfico 14, 25% da turma de Lego achou que conseguiu aprender em nível menor que 3 conceitos sobre LP, sendo que nenhum aluno considerou isso na turma Controle.

A Tabela 3 contém os dados das respostas à pergunta GQM1 da turma de controle e da turma Lego. Esses dados embasaram o Gráfico 14.

Tabela 3 - Conjunto de dados - GQM1 Controle x GQM1 Lego

GQM1 CONTROLE	GQM1 LEGO
4	3
5	4
5	5
3	5
3	3
4	4
5	4
4	-
3	5
3	4
4	2
4	2
5	4
4	4
	4
	5
	5
	4
	3
	3
	3
	3
	5
	4
	4
	5
	2
	3
	5

Gráfico 14 - Distribuição da percepção de nível de aprendizado pelos alunos nas turmas de Controle e Lego.



Com relação a quanto os alunos consideraram difícil de programar as atividades propostas, em média a turma de Controle considerou mais difícil (3,6 em média para Controle e 2,8 para Lego). As turmas tiveram respostas que podem ser consideradas estatisticamente diferentes, para um nível de confiança de 95%.

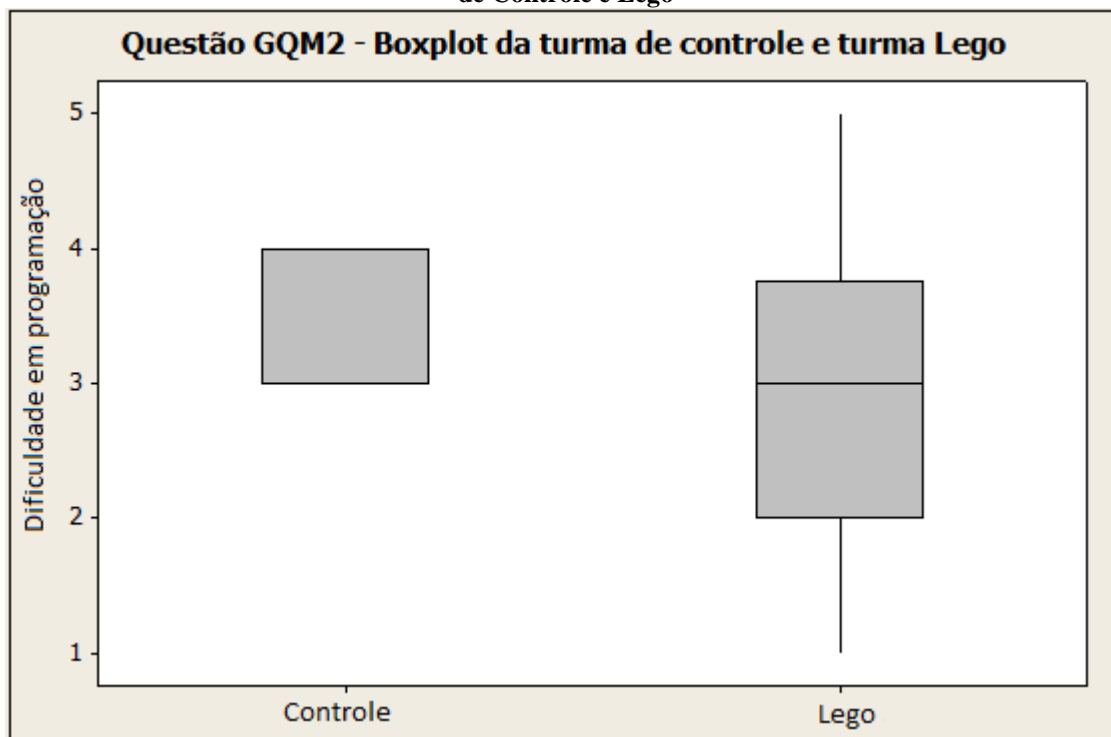
Quando se avalia a distribuição das notas, conforme Gráfico 15, as respostas na turma de Controle concentraram-se entre os níveis 3 e 4, enquanto que para a turma de Lego variaram entre 1 e 5 de forma regular, com média em 3. Isso pode indicar que enquanto o método sem Lego tem um nível de dificuldade mais estável entre os alunos quando se usa Lego há uma percepção muito variada com relação a dificuldade (metade da turma de Lego considerou mais fácil do que qualquer um da turma de controle).

A Tabela 4 contém os dados das respostas à pergunta GQM2 da turma de controle e da turma Lego. Esses dados embasaram o Gráfico 15.

Tabela 4 -Conjunto de dados - GQM2 Controle x GQM2 Lego

GQM2 CONTROLE	GQM2 LEGO
4	4
3	2
4	3
3	4
4	2
4	3
3	4
3	-
4	5
4	2
4	3
3	3
3	4
4	1
	2
	1
	4
	2
	3
	2
	2
	3
	2
	2
	3
	3
	3
	2
	5

Gráfico 15 - Distribuição da percepção do nível de dificuldade em programação pelos alunos nas turmas de Controle e Lego



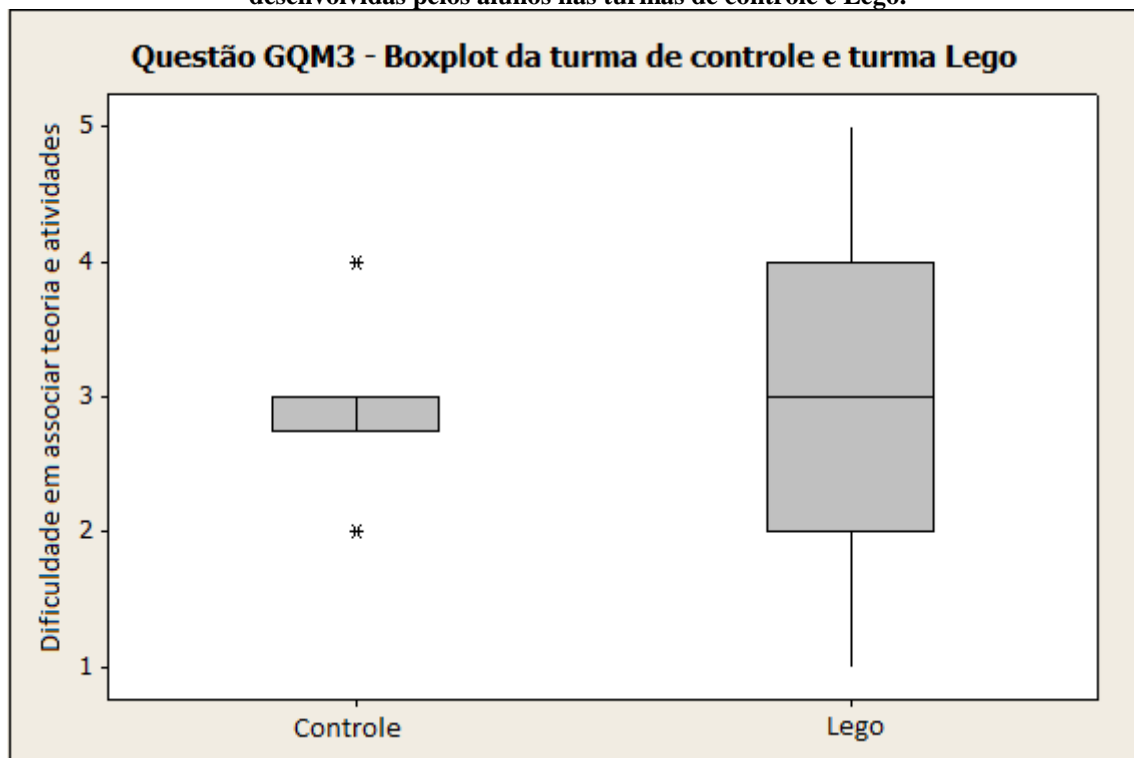
Com relação a quanto os alunos acharam difícil relacionar a teoria com as atividades desenvolvidas, em média as avaliações foram muito próximas (2,9 para Controle e 3 para Lego). Quando se avalia a distribuição das notas, conforme Gráfico 16, as respostas na turma de Controle concentraram-se no nível 3, enquanto que para a turma de Lego variaram entre 1 e 5 de forma regular, com média em 3. Isso pode indicar que enquanto o método sem Lego tem um nível de dificuldade para relacionar com a teoria mais estável entre os alunos quando se usa Lego há uma percepção muito variada com relação a essa dificuldade (metade da turma de Lego considerou mais fácil do que qualquer um da turma de Controle).

A Tabela 5 contém os dados das respostas à pergunta GQM3 da turma de controle e da turma Lego. Esses dados embasaram o Gráfico 16.

Tabela 5 - Conjunto de dados - GQM3 Controle x GQM3 Lego

GQM3 CONTROLE	GQM3 LEGO
3	4
3	2
3	3
3	4
2	1
3	3
2	4
3	-
3	5
4	2
3	3
3	4
2	3
3	1
	2
	2
	5
	3
	3
	2
	4
	3
	2
	2
	3
	2
	4
	2
	5

Gráfico 16 - Distribuição da percepção do nível de dificuldade em associar a teoria com as atividades desenvolvidas pelos alunos nas turmas de controle e Lego.



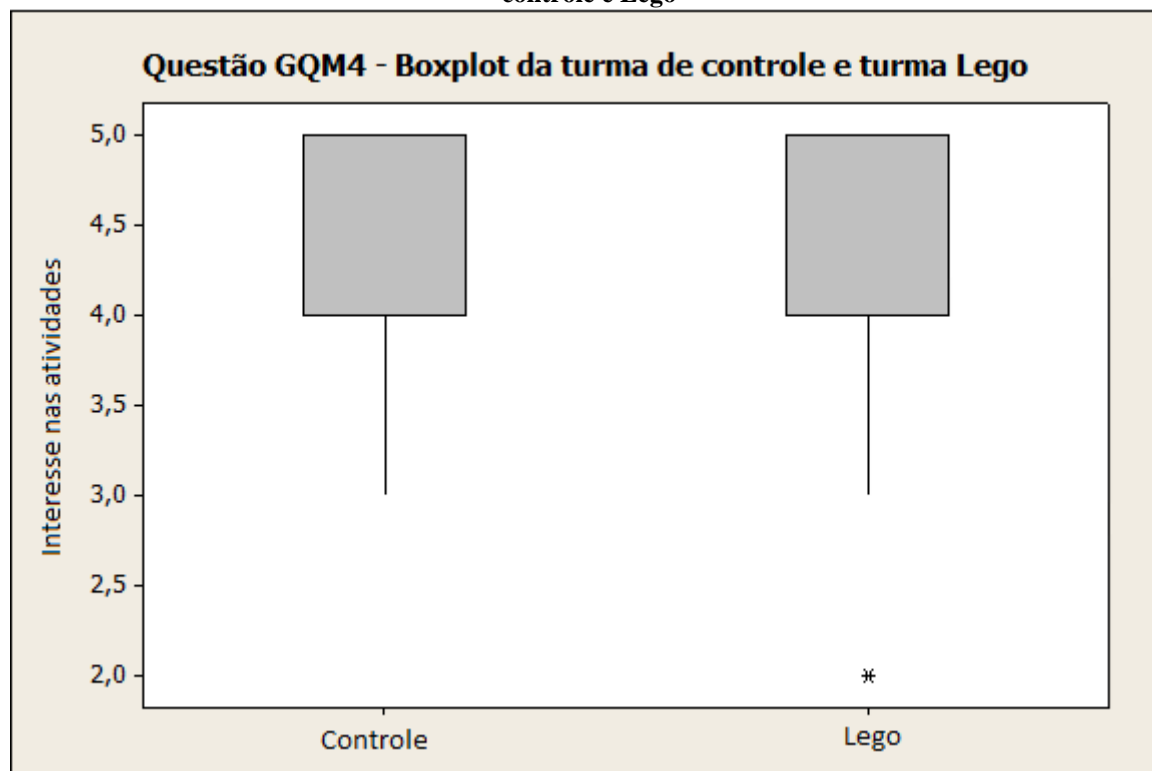
Com relação ao despertar o interesse, em média os resultados foram similares (4,1 para Controle e 4,3 para Lego), e mesmo a distribuição das respostas entre as turmas tiveram uma distribuição similar, conforme Gráfico 17.

A Tabela 6 contém os dados das respostas à pergunta GQM4 da turma de controle e da turma Lego. Esses dados embasaram o Gráfico 17.

Tabela 6 - Conjunto de dados - GQM4 Controle x GQM4 Lego

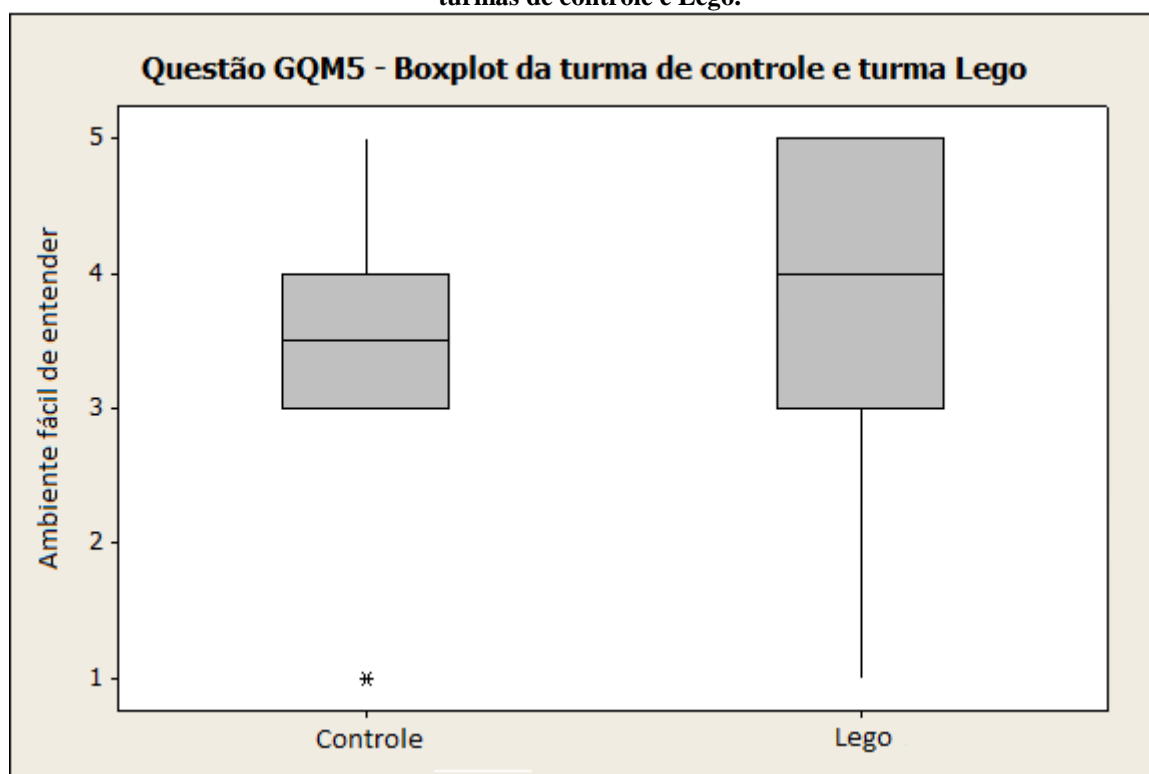
GQM4 CONTROLE	GQM4 LEGO
4	4
4	4
5	5
4	5
5	5
4	5
4	4
4	-
3	5
3	3
4	5
4	2
5	5
5	5
	5
	5
	4
	5
	3
	5
	5
	3
	4
	5
	4
	5
	2
	4
	5

Gráfico 17 - Distribuição da percepção do nível de interesse nas atividades pelos alunos nas turmas de controle e Lego



Com relação a facilidade do entendimento do ambiente, em média os alunos da turma de Lego consideraram mais fácil (4 para Lego e 3,4 para Controle). As respostas, para um índice de confiança de 95%, podem ser consideradas estatisticamente diferentes com um erro menor de 10% (1) Conforme Gráfico 18, 25% dos alunos da turma Lego indicaram com um nível abaixo de 3 (quase nenhum na turma de Controle).

Gráfico 18 - Distribuição da percepção do nível de facilidade em entender ambiente pelos alunos nas turmas de controle e Lego.



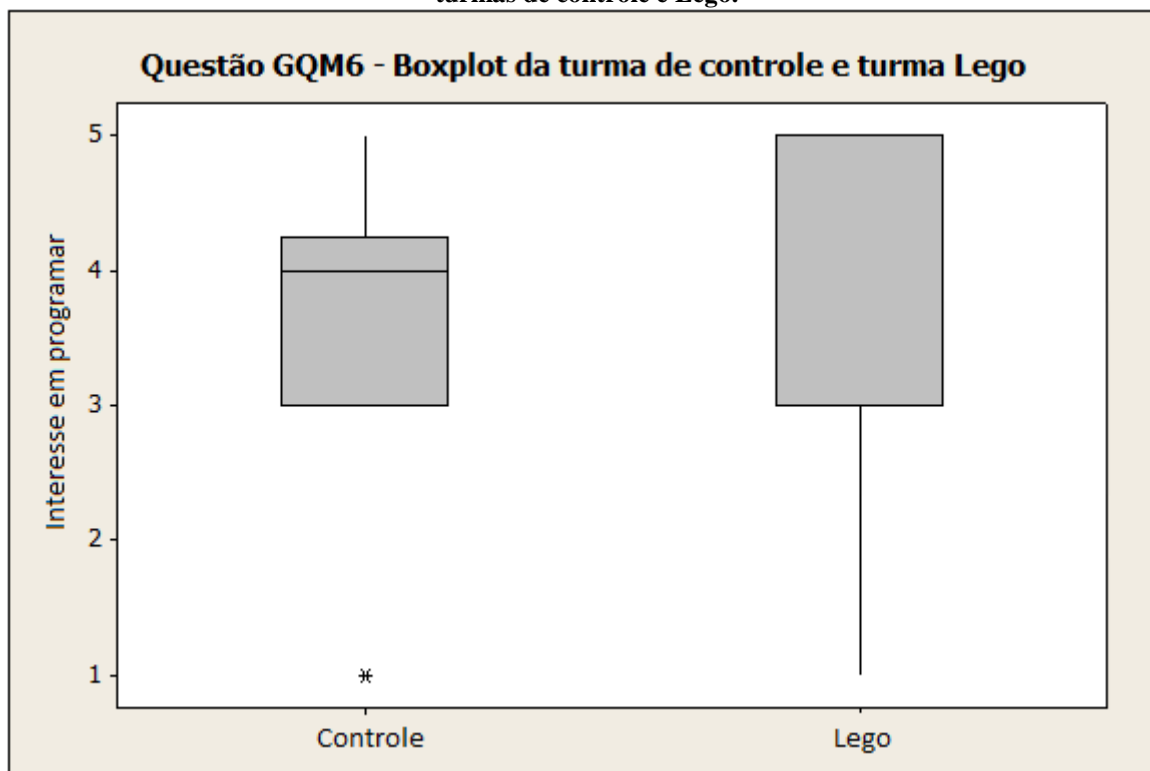
Com relação a despertar o interesse em criar programas, em média a turma de Lego demonstrou um pouco mais (4,1 contra 3,7 para Controle). As respostas na turma de Controle concentraram-se entre os níveis 3 e 5 enquanto que para a turma de Lego variaram entre 1 e 5, concentradas entre 3 e 5, conforme Gráfico 19.

A Tabela 7 contém os dados das respostas à pergunta GQM6 da turma de controle e da turma Lego. Esses dados embasaram o Gráfico 19.

Tabela 7- Conjunto de dados - GQM6 Controle x GQM6 Lego

GQM6 CONTROLE	GQM6 LEGO
3	3
3	5
3	5
3	5
4	4
4	5
5	5
4	-
1	2
4	4
4	5
3	5
4	5
3	5
	5
	5
	4
	5
	3
	2
	5
	3
	5
	4
	5
	5
	2
	3
	1

Gráfico 19 - Distribuição da percepção do interesse em programar após atividades pelos alunos nas turmas de controle e Lego.



6.3 Percepção do professor

Durante as aulas das turmas Lego e Controle conduzidas pela professora que também é a autora deste trabalho, foi observado e documentado por meio de relatórios, fatos ocorridos que seriam relevantes para a pesquisa, como mudanças no comportamento dos alunos e possíveis comentários que surgissem sobre a aula. Ao final de cada aula, foi criado um documento com as ocorrências mais importantes, resultado das observações feitas durante as aulas pela professora/pesquisadora sobre o comportamento dos alunos e as respostas às perguntas que foram feitas sobre estarem motivados, acharem interessante a aula e se aprovavam a experiência.

Com a utilização do *kit* LEGO® foi possível perceber, mediante observação dos alunos nas aulas, uma mudança de comportamento, principalmente o aumento do engajamento dos alunos no projeto e o interesse em entender a programação e conseguir criar os programas pedidos, pelo aumento do número de perguntas e chamadas do professor até a bancada. Em comparação com as aulas anteriores, em que não se fazia uso da robótica, esses fatores foram muito evidentes em todas as aulas.

Nas aulas anteriores os alunos sempre pediam para sair alguns minutos mais cedo, e notava-se uma ansiedade em sair mais cedo das aulas. Nas aulas com o Lego, alguns alunos ficaram até depois do horário do término da aula, engajados em terminar a programação.

Durante as aulas com o Lego, notou-se a dificuldade de alguns grupos de alunos em montar/adaptar o robô desenvolvido para executar o projeto proposto. Um grupo deparou-se com falta de uma peça para a conclusão da montagem: mesmo com este imprevisto, o grupo se uniu e buscou uma solução, criando uma montagem alternativa a proposta na aula usando as peças que tinham a disposição. Foi observado que a superação da dificuldade gerou grande satisfação e orgulho aos alunos produzindo mais empenho e interesse nas aulas posteriores para continuar a desenvolver as tarefas pedidas.

Um grupo em particular não conseguiu finalizar a montagem do robô. Observou-se uma resistência e desinteresse entre a maioria dos alunos desse grupo por ter que seguir o passo-a-passo da montagem e ter que procurar as peças, relatando estarem “cansados” para esta atividade. Apenas um aluno desse grupo mostrou-se interessado em montar, mas, sem o apoio dos demais, acabou não conseguindo finalizar o robô. Na penúltima aula, a maioria dos outros grupos tinham seus robôs praticamente finalizados e estavam programando ações. Os alunos desse grupo que se mostrou inicialmente não motivado, tentaram montar o robô, mas não foi mais possível, devido à limitação de tempo.

6.4 Discussão

Na seção 6.1 foram analisados os resultados da avaliação 1 e 2 dos alunos do grupo Lego e correlacionados com as respostas que estes deram às questões de percepção (GQM). Não se detectou nenhum resultado muito significativo nessas análises:

- a melhoria nos resultados entre as duas avaliações foi pequena;
- a percepção dos alunos não tem uma clara correlação com o conhecimento prévio e o aprendizado.

Na seção 6.2 foram comparados os resultados de percepção (GQM) entre as turmas Lego e de Controle. Resumindo-se, pode-se concluir que há uma percepção muito mais variada entre os alunos da turma Lego que entre os alunos da turma de Controle. Há várias possíveis explicações para isso, inclusive o fato das turmas serem diferentes em nível de conhecimento inicial. Mas isso pode indicar que os métodos usando Lego precisam ser melhorados de forma a ser adequados para todos os alunos. Outra possível explicação pode ser

que, pelo menos parte dos alunos, não habituados a esse método, foram mais resistentes a um método diferente.

Estatisticamente, pode-se afirmar que a turma Lego considerou menor a dificuldade de programar e mais fácil o entendimento do ambiente de programação. Não se pode ignorar, entretanto, que a turma Lego, mesmo para essas questões, teve um resultado muito mais disperso que a turma de Controle.

A dificuldade de ter disponível turmas iniciantes em todos os semestres foi uma limitação para que a pesquisa pudesse ser mais abrangente contando com mais turmas para análise.

7 CONCLUSÕES

O número de alunos ingressantes em cursos de computação não atende a necessidade do mercado e o número daqueles que conseguem concluir é muito mais baixo do que a quantidade de alunos que iniciam, sendo um ponto muito preocupante. Os altos índices de reprovação nas disciplinas de LP/Algoritmos, julgadas pelos alunos como disciplinas de difícil compreensão, leva alunos a desistirem dos cursos. A disciplina de LP, usualmente, é pré-requisito para a formação de alunos bem preparados para o aprendizado das linguagens de programação que virão no decorrer do curso. A deficiência na compreensão dessa disciplina pode comprometer o entendimento de todas as demais que dela dependem.

A utilização da RE vem sendo alvo de estudos no mundo acadêmico. Os resultados positivos que o uso da RE apresentou em trabalhos estudados, motivou este projeto a integrá-la em um contexto de ensino de LP, buscando analisar o impacto desse uso na dificuldade que usualmente os alunos tem no entendimento dos conceitos tratados em LP. A proposta da pesquisa foi usar a RE, através do *kit* LEGO[®], no ensino de conceitos de lógica de programação para alunos de cursos de nível técnico de Mecatrônica e Eletroeletrônica, aproveitando que os cursos abordam robótica e automação em seu currículo.

Foram conduzidas duas turmas, com abordagens semelhantes, ambas iniciando com práticas tradicionais para o ensino dos conceitos principais da matéria, e finalizando com aplicação de projeto similares em desafio e conhecimento exigido, um trabalhando com programação para a turma de controle e para a outra turma um projeto de robótica. A pesquisadora, que conduziu ambas as turmas, identificou um maior interesse dos alunos na turma Lego, inclusive com os alunos ficando após o horário de término da aula para finalizarem os robôs. Para ambas as turmas, foram aplicadas duas avaliações de conhecimento, uma antes e outra após as aulas. Além disso, foi entregue um questionário para os alunos analisando a percepção deles com relação ao aprendizado, usando o método GQM. Pode-se dizer que os resultados indicaram que não há uma clara correlação entre a percepção dos alunos com relação ao aprendizado e o conhecimento deles. Também pode-se afirmar que a turma Lego considerou, em média, menor a dificuldade de programar e mais fácil o entendimento do ambiente de programação. Mas a turma Lego teve uma percepção muito mais dispersa que a turma de controle, o que precisa ser melhor estudado em trabalhos futuros.

Como o resultado das análises apontaram que o aumento nos acertos em um questionário que avalia conteúdo antes e depois das aulas foi muito pequeno, fica clara a necessidade de

replicação desta pesquisa por mais vezes para que seja possível ter uma comprovação estatística de que a ferramenta LEGO® realmente pode ajudar os alunos a entenderem os conceitos de lógica de programação.

REFERÊNCIAS

- ADÁN-COELLO, J. M. E. A. Conflito Sócio-cognitivo e Estilos de Aprendizagem na Formação de Grupos para o Aprendizado Colaborativo de Programação de Computadores. **Brazilian Journal of Computers in Education**, v.16, n. 03, 2008.
- AGUIAR, Y. Q. E. A. Introdução à Robótica e Estímulo à Lógica de Programação no Ensino Básico Utilizando o Kit Educativo LEGO® Mindstorms. **In: Anais dos Workshops do CBIE**, Maceió, n. IV, pp. 1418-1424, 2015.
- ALMEIDA, T. ; NETTO, J. F. Robótica Pedagógica Aplicada ao Ensino de Programação: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **In Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, n. XXVI, Vol. 26, No. 1, p. 597, 2015.
- ARAÚJO, C. A. P.; DA PONTE SANTOS, J.; DE MEIRELES, J. C. Uma proposta de investigação tecnológica na Educação Básica: aliando o ensino de Matemática e a Robótica Educacional. **Revista Exitus**, Santarém - PA, v. 7, n. 2, p. p. 127-149, 2017.
- ARDUINO. Arduino, 2017. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: Março 2016.
- BANZI, M.; SHILON, M. **Primeiros Passos com o Arduino–2ª Edição**. [S.l.]: Novatec, 2015.
- BASILI, V.; ROMBACH, H. **Goal question metric paradigm**. [S.l.]: John Wiley e Sons, 1994.
- BLIKSTEIN, P. **O Pensamento Computacional e a Reinvenção do Computador na Educação**, 2008. Disponível em: <<http://bit.ly/11XlbNn>>. Acesso em: 10 dezembro 2015.
- BRANCH, Robert Maribe. **Instructional design: The ADDIE approach**. Springer Science & Business Media, 2009.
- CARVALHO, Rainara M.; ANDRADE, Rossana MC; OLIVEIRA, Káthia M. Using the GQM method to evaluate calmness in ubiquitous applications. In: **International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions**. Springer, Cham, 2015. p. 13-24.
- CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede. vol.1 Trad. Roneide Venancio Majer com a colaboração de Klauss Brandini Gerhardt. 8 ed.** São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- CHATEAU, J. **O Jogo e a Criança**. São Paulo: Summus Editora, 1984.
- CHELLA, M. T. **Ambiente de Robótica Educacional com Logo**. In: VIII WIE. Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Florianópolis - SC: [s.n.]. 2002.
- DAY, M.; HURWITZ, A. **Children and Their Art: art Education for Elementary and Middle Schools**. 9. ed. Boston: Wadsworth Publishing, 2011.

DE JESUS, L., ; CRISTALDO, M. F. **Uma abordagem utilizando LEGO Mindstorms Education EV3 para verificar o desempenho acadêmico dos estudantes do Instituto**, 2014. In Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) Vol. 25, No. 1, pp. 1198-1202.

DE SOUZA, Fernando Mauro; DA CUNHA, Adílson Marques; TORRES, Clovis. Uso do GQM para avaliar documentos de utilização de framework. **VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software**, 2009.

FABRÍCIO, M.; NETO, C.; DE SOUSA, E. L.. UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO: Uma Realidade no Município de Solânea – PB.. In: **Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE 2014**. , 2015.

FARIAS, H. . B. B. . e. F. R. Avaliando o uso da ferramenta scratch para ensino de programação através de análise quantitativa e qualitativa. In **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**, v. 26, n. 1, outubro 2015.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In **L. B. Resnick (Ed.), The nature of intelligence.**, p. pp.231-236 Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1976.

FRIEDRICH, V. R. et al. Proposta Metodológica para a Inserção ao Ensino de Lógica de Programação com Logo e Lego Mindstorms. In **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**, Rio de Janeiro, 26-30, v. 23, n. 1, 2012.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, p. 35(3), 20-29, 1995.

GOMES, A. et al. Aprendizagem de programação de computadores: dificuldades e ferramentas de suporte. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, p. 42, 2, 161-179, 2008.

GÓMEZ-DE-GABRIEL, J. M. et al. Using LEGO NXT Mobile Robots With LabVIEW for Undergraduate Courses on Mechatronics. **IEEE Transactions on Education**, p. 54, 41-47, 2011.

HISTORY LOGO, **LOGO FOUNDATION**, 2015. Disponível em: <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/history.html>. Acesso em: Novembro 2015.

HODGINS, Wayne; DUVAL, Erik. Draft standard for learning object metadata. **IEEE Transactions on Education**, Volume 1484, 2002.

HUNG, W. Theory to reality a few issues in implementing problem-based learning. **Educational Technology Research and Development**, p. 59(4), 529-552., 2011.

HURWITZ, A e Day, M. (2007) “Children and their art: Methods for the elementary school”, **Eighth Edition**. Belmont: Thomson Wadsworth, CA, EUA.

HUSSAIN, A. . e. F. E. Usability metric for mobile application: a goal question metric (GQM) approach. **In Proceedings of the 10th international Conference on information integration and Web-Based Applications e Services**. ACM, 2008. pp. 567-570.

INEP. Censo Escolar da Educação Básica 2013 Resumo Técnico. **INEP**, Brasília/DF, p. 8-38, 2014. Acesso em: abril 2016.

KHAN, K. S. . T. R. G. . G. J. . S. A. J. . K. J. Undertaking Systematic Review of Research on Effectiveness. **NHS Centre for Reviews and Dissemination**, University of York, UK., n. CRD Report Number 4 (Second Edition), 2001.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele University**, Keele, UK, v. v.33, n. n 2004, p. p. 1-26, 2004.

LEGO. Guia do Usuário. **LEGO Education**, 2013. Disponível em: <<http://education.lego.com/en-us/searchresult?q=user+guide>>. Acesso em: 02 Outubro 2015.

LEGO HISTORY. **The Lego group**, 2016. Disponível em: <disponível em: <https://www.lego.com/en-us/mindstorms/history>>.

LU, J. J.; FLETCHER, G. H. Thinking about computational thinking. **In ACM SIGCSE Bulletin**, Vol. 41, No. 1, pp. 260-264. ACM, 2009.

MARKHAM, T.; LARMER, J.; RAVITZ, J. **Aprendizagem Baseada em Projetos**. Porto Alegre: Artmed Editora S/A, 2008.

MIT. LEGO's Mindstorms, 2015. Disponível em: <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/history.html>. Acesso em: outubro 2015.

MODELIX ROBOTICS, set. 2015. Disponível em: <<http://modelix.cc/>>. Acesso em: setembro 2015.

MOLENDA, Michael. In search of the elusive ADDIE model. **Performance improvement**, v. 42, n. 5, p. 34-36, 2003.

NETO, R. P. B. et al. **Robótica na Educação: Uma Revisão Sistemática dos Últimos 10 Anos**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE. [S.l.]: In Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) (Vol. 26, No. 1, p. 386). Outubro 2015.

OLIVEIRA, T. M. et al. Ensino de Raciocínio Lógico e Computação para crianças. **CSBC 2017**, São Paulo, 2017. 2090 a 2099.

PAPERT, S. **Constructionism: A new opportunity for elementary science education**. A proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group. Cambridge, Massachusetts.: [s.n.], 1986.

PIAGET, J. **Epistemologia genética**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

PORTAL BRASIL. **brasil.gov.br**, 2016. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/educacao/2011/10/surgimento-das-escolas-tecnicas>>. Acesso em: Outubro 2015.

RAPKIEWICZ, C. E. E. A. Estratégias pedagógicas no ensino de algoritmos e programação associadas ao uso de jogos educacionais. **Novas Tecnologias na Educação**, p. 1-2, 2006.

REDE FEDERAL. **Expansão da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**, 2015. Disponível em: <<http://redefederal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal>>. Acesso em: Outubro 2015.

RIBEIRO, L. R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. UFSCAR. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP. 2005.

SANTOS, L. M. A. . e. T. L. M. R. A importância do estudo da teoria da carga cognitiva em uma educação tecnológica. **RENOTE**, 5(1)., 2007.

SCHMIDT, H. **As bases cognitivas da Aprendizagem Baseada em Problemas**. In: Mamede S, Penaforte J, org. Aprendizagem baseada em problemas – anatomia de uma nova abordagem educacional. Fortaleza: HUCITEC, 2001.

SCOTT, J. W. et al. Opening The Door: An evaluation of the efficacy of a problem-based learning game. **Computers e Education**, p. 57, 397-412, 2012.

SKINNER, B. F. **Tecnologia do Ensino**. São Paulo: EPU, 1972.

SKINNER, B. F. **Questões Recentes na Análise Comportamental**. Campinas: Papirus. Cap.3, 1991.

TSANG, E.; GAVAN, C.; ANDERSON, M. The practical application of LEGO® MINDSTORMS® robotics kits: does it enhance undergraduate computing students' engagement in learning the Java programming language?. **In Proceedings of the 15th Annual Conference on Information technology education. ACM.**, p. pp. 121-126, 2014, October.

VALENTE, J. A. Diferentes usos do computador na educação. **In: Computadores e conhecimento: repensando a educação**. 1ª ed. Campinas, NIED. Unicamp, 1993.

VALENTE, J. A. Por quê o Computador na Educação?, 1993. Disponível em: <http://www.ich.pucminas.br/pged/db/wq/wq1_LE/local/txtie9doc.pdf>. Acesso em: Set. 2016.

VALENTE, J. A. Informática na educação: instrucionismo x construcionismo. **Manuscrito não publicado, NIED: UNICAMP**, 1997. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0003.html>>. Acesso em: 10 Dezembro 2015.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications os the ACM Vol 49**, p. 33-35, 2006.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, p. 366, 3717-3725, 2008.

XAVIER, G. F. C. **Lógica de programação**. São Paulo: Senac, 2007.

ZOOM. **ZOOM education for life**, 2016. Disponível em: <<http://zoom.education/produtos/conjunto-lego-mindstorms-education-ev3>>. Acesso em: 27 Janeiro 2016.

Apêndices

APÊNDICE A – Documento TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O USO DE LEGO® MINDSTORMS NO ENSINO DE CONCEITOS DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO

Flávia dos Santos Zenaro

Número do CAAE: (49923515.3.0000.5404)

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Justificativa e objetivos:

Esta pesquisa tem como objetivo analisar como a utilização de ferramentas de robótica como o Lego Mindstorms pode ajudar no entendimento dos conceitos de lógica de programação para alunos do nível técnico.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a: participar de um projeto no Cotip utilizando um *kit* de robótica chamado LEGO Mindstorms o qual é utilizado para programação, assunto estudado nas aulas da disciplina de Lógica de Programação. Durante as atividades, como forma de registro do projeto, o aluno preencherá dois questionários, o primeiro no início da primeira aula e o segundo no final da última aula, além da criação e programação de robôs.

As atividades serão feitas dentro do semestre letivo de aula utilizando 3 dias de aula em semanas seguidas. Cada aula terá duração de 90 minutos e ocorrerão em dias e horários de sua aula da matéria de Lógica de Programação.

Benefícios:

Ao longo das atividades, os envolvidos terão contato com tecnologia de ensino e aprendizagem já utilizada por várias instituições no Brasil e no Exterior, que usualmente geram grande motivação, além de apoiar o desenvolvimento de raciocínio lógico e a aplicação de conceitos de lógica de programação em um projeto com robô.

Sigilo e privacidade:

Fotos de algumas aulas e os projetos criados pelos alunos poderão vir a ser divulgados no Documento de Pesquisa. Todas as imagens serão cuidadosamente alteradas, com a colocação de tarja preta na parte frontal do rosto na área dos olhos, para que os alunos não sejam identificados.

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação pessoal será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre o estudo, você poderá entrar em contato com a pesquisadora Flávia S. Zenaro, no Cotip sito a Av. Monsenhor Martinho Salgot, 560 – Areão – Piracicaba, as sextas-feiras das 19h00 as 22h15 nas dependências do prédio dos laboratórios de informática.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você pode entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP: Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936; fax (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter sido esclarecimento sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, desconfortos e riscos, benefícios previstos, divulgação de imagem e projetos criados, aceito participar:

Nome do(a) participante: _____

_____ Data: ____/____/____.
(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu responsável LEGAL)

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma cópia deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

_____ Data: ____/____/____.
(Assinatura do pesquisador)

APÊNDICE B – Questionário Avaliativo 1

1. Analise o trecho de algoritmo abaixo e assinale a alternativa CORRETA.

```
X=5;  
Se X >= 4 então  
    X = 10;  
Senão  
    X = 20;  
fimse
```

- () a. Ao final da execução do programa, o valor de X será 5.
- () b. Ao final da execução do programa, o valor de X será 20.
- () c. Ao final da execução do programa, o valor de X será 10.

2. Analise o trecho de algoritmo abaixo e assinale a alternativa CORRETA.

```
valor=5;  
Se valor = 0 então  
    valor = valor +2;  
Senão  
    valor = valor -1;  
fimse
```

- () a. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável valor será 5.
- () b. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável valor será 7.
- () c. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável valor será 4.

3. Analise o trecho de algoritmo abaixo e assinale a alternativa CORRETA.

```
V1=5;  
V2=3;  
Se v2 < V1 então  
    R = (V1+V2)/2;  
Senão  
    R = (V1*V2);  
fimse
```

- () a. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável R será 4.
- () b. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável R será 15.
- () c. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável R será 8.

4. Analise o trecho de algoritmo abaixo e assinale a alternativa CORRETA.

```
para i de 1 até 20 faça  
início
```

```
Leia idade;  
Escreva "Idade lida com sucesso!";  
fim  
fimpara
```

- () a. O programa irá ler 1 vez uma idade e exibir uma vez a frase "Idade lida com sucesso!" .
- () b. O programa irá ler 20 idades digitadas e escrever 20 vezes a frase "Idade lida com sucesso!"
- () c. O programa irá ler 10 idades digitadas e escrever 1 vez a frase "Idade lida com sucesso!".

5. Analise o trecho de algoritmo abaixo e assinale a alternativa CORRETA.

```
x=6;  
Enquanto (VERDADEIRO) faça  
  Inicio  
    x = x+1;  
  Fim
```

- () a. O programa irá executar a fórmula $x=x+1$ 10 vezes.
- () b. O programa não irá repetir.
- () c. O programa irá repetir uma quantidade infinita de vezes, conhecido como *loop* infinito.

APÊNDICE C – Questionário Avaliativo 2

1. Analise o trecho de algoritmo abaixo e assinale a alternativa CORRETA.

```
valor=10;  
Se valor >= 20 então  
    valor = 20;  
Senão  
    valor = 30;  
fimse
```

- ☐ a. Ao final da execução do programa, o valor de X será 10;
- ☐ b. Ao final da execução do programa, o valor de X será 20;
- ☐ c. Ao final da execução do programa, o valor de X será 30;

2. Analise o trecho de algoritmo abaixo e assinale a alternativa CORRETA.

```
V=0;  
Se V = 0 então  
    V = V +1;  
Senão  
    V = V - 2;  
fimse
```

- ☐ a. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável valor será 0;
- ☐ b. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável valor será 1;
- ☐ c. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável valor será -2;

3. Analise o trecho de algoritmo abaixo e assinale a alternativa CORRETA.

```
V1=5;  
V2=3;  
Se v1 < V2 então  
    R = (V1+V2)/2;  
Senão  
    R = (V1*V2);  
fimse
```

- ☐ a. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável R será 4;
- ☐ b. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável R será 15;
- ☐ c. Ao final da execução do programa, o conteúdo da variável R será 8;

4. Analise o trecho de algoritmo abaixo e assinale a alternativa CORRETA.

```
para i de 1 até 5 faça  
  inicio  
    Leia idade;  
    Escreva "Idade lida com sucesso!";  
  fim  
fimpara
```

- () a. O programa irá ler 1 vez uma idade e escrever 1 vez a frase "Idade lida com sucesso!" .
- () b. O programa irá ler 20 idades digitadas e escrever 1 vezes a frase "Idade lida com sucesso!"
- () c. O programa irá ler 5 idades digitadas e escrever 5 vez a frase "Idade lida com sucesso!".

5. Analise o trecho de algoritmo abaixo e assinale a alternativa CORRETA.

```
x=10;  
Enquanto (VERDADEIRO) faça  
  Inicio  
    x = x-1;  
  Fim
```

- () a. O programa irá executar a fórmula $x=x-1$ 10 vezes.
- () b. O programa não irá repetir.
- () c. O programa irá repetir uma quantidade infinita de vezes, conhecido como *loop* infinito.

APÊNDICE D – Questionário GQM Turma LEGO

Questionário de Avaliação de Percepção

Em uma escala de 1 á 5 onde: **1** significa **NADA** e **5** **MUITO**, responda:

1. Depois de criar programas para o LEGO, quanto você acredita que conseguiu aprender sobre conceitos de lógica de programação, que antes não entendia?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

2. Quanto você achou difícil de programar as atividades propostas para o LEGO?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

3. Quanto você achou difícil de relacionar as ferramentas do *software* em relação aos assuntos de lógica de programação?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

4. Quanto o processo de criar programas para o robô LEGO despertou seu interesse?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

5. O *Software* de programação do LEGO foi para você de fácil entendimento para usar?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

6. Você acredita que o *Software* de programação LEGO despertou em você mais vontade de criar programas?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

APÊNDICE E – Questionário GQM Turma Controle

Em uma escala de 1 á 5 onde: **1** significa **NADA** e **5** **MUITO**, responda:

1. Depois de trabalhar em grupo para realizar um programa mais complexo, quanto você acredita que conseguiu aprender sobre conceitos de lógica de programação, que antes não entendia?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

2. Quanto você achou difícil de programar as atividades propostas?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

3. Quanto você achou difícil de relacionar os esquemas do algoritmo com os comandos em linguagem c?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

4. Quanto o a atividade de criar um programa mais complexo em grupo despertou seu interesse?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

5. O ambiente de programação (dev/code) foi para você de fácil entendimento para usar?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

6. Você acredita que criar este programa despertou em você mais vontade de criar programas?

() 1 - () 2 - () 3 - () 4 - () 5

Anexos

ANEXO A – Documento de Aprovação do Conselho de Ética

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O uso de LEGO® Mindstorms no ensino de conceitos de Lógica de Programação

Pesquisador: Flávia dos Santos Zenaro

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 49923515.3.0000.5404

Instituição Proponente: Faculdade de Tecnologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.384.180

Apresentação do Projeto:

“O objetivo do projeto é a análise do uso de robôs utilizando o kit Lego Mindstorms para ensinar conceitos de lógica de programação a estudantes do nível técnico profissionalizante. Os participantes desta pesquisa serão alunos com idade acima de 18 anos do curso técnico de mecatrônica do colégio Cotip (Colégio Técnico Industrial de Piracicaba). A metodologia utilizada nas aulas será o construtivismo, propiciando ao aluno através do trabalho em grupo, a oportunidade de construir e programar seu próprio robô. Pretende-se, com a aplicação de questionário aos alunos, antes e depois da utilização do Lego, analisar os benefícios de seu uso na aprendizagem dos conceitos. Com a aplicação da robótica em sala de aula para desenvolver na prática os conceitos teóricos de programação, será possível analisar os possíveis impactos na assimilação e compreensão destes conceitos, assim como se aumentou o interesse em aprender a disciplina.”

Objetivo da Pesquisa:

“Objetivo Primário: O objetivo principal é analisar como a utilização de ferramentas de robótica como o Lego Mindstorms pode ajudar no entendimento dos conceitos de lógica de programação para alunos do nível técnico.”

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

“Riscos: Não há riscos previsíveis para os participante da pesquisa e para o pesquisador. Benefícios:

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fcm.unicamp.br

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNICAMP - CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.384.180

Os benefícios aos participantes será a oportunidade de ter experiência na utilização de equipamento com tecnologia avançada para programação de robôs didáticos. O benefício para o pesquisador será o de poder observar de perto e no dia-a-dia da sala de aula como a utilização do kit de robótica no ensino dos conceitos da disciplina trará alguma contribuição no aprendizado."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo qualitativo, com amostra prevista de 105 voluntários, sendo estes maiores de 18 anos, alunos do curso técnico de mecatrônica do colégio Cotip (Colégio Técnico Industrial de Piracicaba). Não é prevista a participação de indivíduos do grupo de vulneráveis. O pesquisador pretende utilizar um questionário como instrumento de coleta de dados. Todavia há pouca descrição sobre a metodologia de aplicação deste questionário, como por exemplo, em qual momento ele será aplicado? O conteúdo da disciplina ministrada será prejudicado pela condução da pesquisa? E se algum aluno não quiser participar da pesquisa? O questionário a ser utilizado foi anexado pelo pesquisador na Plataforma Brasil.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Protocolo de Pesquisa gerado pela Plataforma Brasil com todos os itens preenchidos, inclusive Cronograma de execução da pesquisa e Orçamento, indicando financiamento pelo próprio pesquisador com custo estimado em R\$30,00 e início da coleta de dados em 06/10/2015, por tanto, anterior a esta relatoria;
2. Folha de Rosto preenchida e assinada pelo pesquisador responsável e pelo responsável legal pela instituição;
3. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) anexado à Plataforma Brasil;
4. Projeto de Pesquisa, com finalidade de mestrado, anexado à Plataforma Brasil;

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

1. De acordo a Resolução CNS no466 de 2012, item XI.2.a. cabe ao pesquisador apresentar o protocolo devidamente instruído ao CEP ou à CONEP, aguardando a decisão de aprovação ética, antes de iniciar a pesquisa. Nas informações fornecidas pelo pesquisador no documento intitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_588843.pdf", anexado na Plataforma Brasil em 28/09/2015 às 17h07, o início da coleta de dados em 06/10/2015, por tanto, anterior a esta relatoria. Solicitamos ao pesquisador esclarecer se a coleta de dados já foi iniciada. Caso contrário, solicitamos ao pesquisador adequar o cronograma proposto;

RESPOSTA: O pesquisador declara em carta-resposta que a coleta de dados não foi iniciada. O

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126			
Bairro: Barão Geraldo			CEP: 13.083-887
UF: SP	Município: CAMPINAS		
Telefone: (19)3521-8936	Fax: (19)3521-7187	E-mail: cep@fcm.unicamp.br	

**COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS**



Continuação do Parecer: 1.384.180

cronograma da pesquisa foi revisado, constando o início da pesquisa em 07/03/2016, de acordo com documento "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_588843.pdf", anexado na Plataforma Brasil em 11/12/2015 às 15h12.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

2. O pesquisador apresenta a carta emitida pelo diretor da instituição FUMPE-COTIP, autorizando a pesquisador a realizar atividades com Lego Mindstorms e aplicar questionários. Todavia, nesta autorização não está explícito que a diretora tem ciência que trata-se de uma pesquisa científica a ser conduzida pela professora com a finalidade de mestrado. Solicitamos ao pesquisador apresentar nova carta de ciência e autorização para realização desta pesquisa emitida pelo responsável da instituição co-participante. (deixar explícito no texto: título da pesquisa, pesquisadores responsáveis, e finalidade).

RESPOSTA: O pesquisador apresentou carta de ciência e autorização para realização da pesquisa, documento Autorizacao_ColetadeDados.pdf, anexado na Plataforma Brasil em 11/12/2015 às 10h07.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

3. Sobre as informações fornecidas pelo pesquisador no documento intitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_588843.pdf", anexado na Plataforma Brasil em 28/09/2015 às 17h07, solicitamos ao pesquisador incluir critérios de inclusão (Por exemplo: indivíduos de ambos os sexos, maiores de 18 anos, etc). Lembramos que a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) não se caracteriza como critério de inclusão.

RESPOSTA: Os critérios de inclusão foram inseridos na Plataforma Brasil, de acordo com documento "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_588843.pdf", anexado na Plataforma Brasil em 11/12/2015 às 15h12.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

4. Sobre as informações fornecidas pelo pesquisador no documento intitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_588843.pdf", anexado na Plataforma Brasil em 28/09/2015 às 17h07, solicitamos ao pesquisador incluir critérios de exclusão. Os critérios de exclusão são condições que impeçam os voluntários de participarem da pesquisa, ainda que preencham todos os critérios de inclusão. Não se aplica aos sujeitos que não queiram participar da pesquisa ou que não satisfaçam os critérios de inclusão.

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126
Bairro: Barão Geraldo **CEP:** 13.083-887
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 **Fax:** (19)3521-7187 **E-mail:** cep@fcm.unicamp.br

**COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS**



Continuação do Parecer: 1.384.180

RESPOSTA: Os critérios de exclusão foram inseridos na Plataforma Brasil, de acordo com documento "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_588843.pdf", anexado na Plataforma Brasil em 11/12/2015 às 15h12.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

5. Solicitamos ao pesquisador esclarecer com mais detalhes a metodologia de coleta de dados da pesquisa. Além disto, solicitamos ao pesquisador esclarecer: O conteúdo da disciplina ministrada será prejudicado pela condução da pesquisa? E se algum aluno não quiser participar da pesquisa, ele continuará participando das mesmas atividades? A atividade a ser conduzida com fim de pesquisa terá impacto na nota dos alunos matriculados? Como o pesquisador conduzirá o recrutamento dos alunos, para não haver coação, sendo que o pesquisador também é o professor da disciplina.

RESPOSTA: O pesquisador esclareceu através de carta-resposta que a pesquisa será feita na forma de recurso pedagógico extra, desta forma o conteúdo pedagógico da disciplina não será comprometido, a participação dos alunos não será obrigatória e a atividade não terá nenhum impacto na nota final dos alunos.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

6. Sobre o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), referente ao arquivo "TCLE_Comite2015_Flavia.pdf" postado na Plataforma Brasil em 22/09/15 às 17h35:

6.a. Solicitamos ao pesquisador, esclarecer com mais detalhes os procedimentos de coleta de dados da pesquisa (qual o número de sessões, tempo de cada sessão, número de questionários, etc);

6.b. No item "sigilo e privacidade" qual procedimento o pesquisador irá seguir para que os voluntários não sejam identificados nas imagens que poderão ser publicadas e seja mantido o sigilo proposto? A divulgação de imagens é realmente relevante para os resultados da pesquisa científica pretendida?

6.c. De acordo com o item IV.3.g. da Resolução 466/2012, solicitamos ao pesquisador esclarecer, em linguagem clara, se haverá ressarcimento de despesas (por exemplo, transporte, alimentação, etc), qual o valor e de que modo será feito.

RESPOSTA: O pesquisador esclareceu todos os itens solicitados. Todavia, não inseriu no TCLE atualizado parágrafo referente ao ressarcimento de despesas. Solicitamos ao pesquisador incluir

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126
Bairro: Barão Geraldo **CEP:** 13.083-887
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 **Fax:** (19)3521-7187 **E-mail:** cep@fcm.unicamp.br

**COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS**



Continuação do Parecer: 1.384.180

no TCLE que não estão previstos ressarcimentos, conforme explicitado em carta-resposta. Sugestão: verificar modelo de TCLE disponível em: <http://www.prp.unicamp.br/index.php/comite-de-etica-em-pesquisa/projeto-de-pesquisa>

RESPOSTA 2: O pesquisador incluiu parágrafo sobre ressarcimentos no novo documento apresentado (TCLE_Comite2015_Flavia_V3.pdf, anexado em 30/12/2015 às 16h05)

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA

Considerações Finais a critério do CEP:

- O sujeito de pesquisa deve receber uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado. Se o pesquisador considerar a descontinuação do estudo, esta deve ser justificada e somente ser realizada após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou. O pesquisador deve aguardar o parecer do CEP quanto à descontinuação, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de uma estratégia diagnóstica ou terapêutica oferecida a um dos grupos da pesquisa, isto é, somente em caso de necessidade de ação imediata com intuito de proteger os participantes.

- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial.

- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente seis meses após a data

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126
Bairro: Barão Geraldo **CEP:** 13.083-887
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 **Fax:** (19)3521-7187 **E-mail:** cep@fcm.unicamp.br

**COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS**



Continuação do Parecer: 1.384.180

deste parecer de aprovação e ao término do estudo.

-Lembramos que segundo a Resolução 466/2012, item XI.2 letra e, “cabe ao pesquisador apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento”.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_588843.pdf	30/12/2015 16:06:43		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Comite2015_Flavia_V3.pdf	30/12/2015 16:05:58	Flávia dos Santos Zenaro	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_2_FlaviaSZenaro.pdf	30/12/2015 16:04:39	Flávia dos Santos Zenaro	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_FlaviaSZenaro.pdf	11/12/2015 15:11:53	Flávia dos Santos Zenaro	Aceito
Outros	Questionario_2.pdf	11/12/2015 15:11:29	Flávia dos Santos Zenaro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_ColetadeDados.pdf	10/12/2015 10:07:25	Flávia dos Santos Zenaro	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_NOVA.pdf	08/12/2015 16:39:59	Flávia dos Santos Zenaro	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_v1.pdf	08/12/2015 16:38:38	Flávia dos Santos Zenaro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Comite2015_Flavia_Corrigida.pdf	01/12/2015 16:19:20	Flávia dos Santos Zenaro	Aceito
Outros	questionario.pdf	28/09/2015 16:24:06	Flávia dos Santos Zenaro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PropostaConselhoEticaFinal.pdf	23/09/2015 11:04:42	Flávia dos Santos Zenaro	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126
Bairro: Barão Geraldo **CEP:** 13.083-887
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 **Fax:** (19)3521-7187 **E-mail:** cep@fcm.unicamp.br

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.384.180

Não

CAMPINAS, 06 de Janeiro de 2016

Assinado por:
Renata Maria dos Santos Celeghini
(Coordenador)

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126
Bairro: Barão Geraldo **CEP:** 13.083-887
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 **Fax:** (19)3521-7187 **E-mail:** cep@fcm.unicamp.br